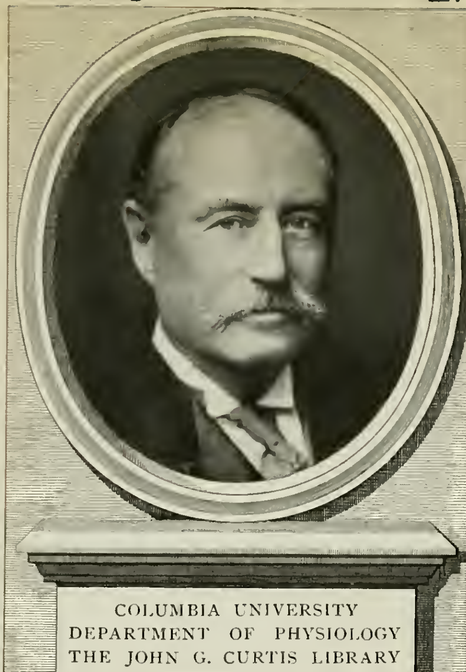


Anleitung
zu
Hygienischen Untersuchungen

von

R. Emmerich u. H. Trillich


COLUMBIA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY
THE JOHN G. CURTIS LIBRARY

Anleitung

zu

Hygienischen Untersuchungen.

Nach den

im hygienischen Institut der königl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München üblichen Methoden zusammengestellt

von

Rudolf Emmerich und **Heinrich Trillich.**

Mit einem Vorwort von Dr. Max von Pettenkofer.

Mit 73 Abbildungen.

München 1889.

Verlag der Universitäts-



M. Rieger'schen Buchhandlung.

(G. Himmer.)

VORWORT.

Laut § 8 lit. d der Königlich Allerhöchsten Verordnung vom 6. Februar 1876, die Prüfung für den ärztlichen Staatsdienst in Bayern betreffend, hat jeder Kandidat bei der praktischen Prüfung auch eine hygienische Untersuchung vorzunehmen und über das Ergebnis einen Bericht auszuarbeiten.

Da man in der Hygiene ebensowenig wie in der Psychiatrie eine vollständige Beherrschung des ganzen Faches von den Kandidaten verlangen kann, so musste man schon von Anfang an bei dem praktischen Kurse, welchen die Kandidaten für diesen Teil der Prüfung besuchen, sich auf die Auswahl einzelner Untersuchungsgegenstände beschränken.

Obschon nun diese im wesentlichen in dem grossen Lehrbuche der hygienischen Untersuchungsmethoden von Flügge enthalten sind, so zeigte es sich doch sehr bald als wünschenswert, einzelne Aufgaben besonders hervorzuheben, die einfachsten Methoden darauf anzuwenden und sie dem Verständnis der Kandidaten möglichst leicht zugänglich zu machen.

Auf diese Art nahm der praktische hygienische Kurs für das Physikatsexamen eine Form an, welche die Kandidaten während der Demonstrationen zu vielem Nachschreiben nötigte, was weder dem Lehrenden noch den Lernenden angenehm sein konnte. Professor Dr. Emmerich hat sich nun im Vereine mit dem Assistenten

der kgl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel, Herrn Trillich, entschlossen, eine Anleitung drucken zu lassen, welche nach meiner Überzeugung nicht nur den Besuchern des Kurses in München, sondern auch Vielen auswärts willkommen sein wird, weil sie so ziemlich alles enthält, was dem Bezirksarzte am häufigsten vorkommt und was von jedem nötigenfalls selbst erledigt werden kann oder von ihm doch, wenn die Untersuchung auch durch Andere ausgeführt wird, genau überwacht und beurteilt werden muss.

München, im April 1889.

Dr. Max von Pettenkofer.

Inhaltsübersicht.

I.

Meteorologische Untersuchungsmethoden.

Da es eine Aufgabe der Hygiene ist, die Einwirkungen äusserer Einflüsse auf die Funktionen des menschlichen Organismus zu erforschen und denselben vor ungünstigen Einwirkungen unserer Umgebung zu schützen, so gehören meteorologische Beobachtungen zu den wichtigsten hygienischen Untersuchungen.

Die meisten meteorologischen Erscheinungen haben auf den einzelnen Menschen direkt und unausgesetzt einen grossen Einfluss (Hitze, Kälte, Regen, Trockenheit etc.) und sie können nicht blos Unannehmlichkeiten, sondern auch ernstere Gefahren und tödtliche Einflüsse veranlassen. So sind es z. B. bestimmte, noch nicht genügend erforschte Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen der Luft, durch welche der Hitzschlag zu stande kommt.

Diese Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade könnten leicht ermittelt werden. Ist dies einmal geschehen, dann könnte der Truppenarzt durch Messung der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft auf dem Marsche die drohende Gefahr im Voraus erkennen und die Mittel zur Vorbeugung von Unglücksfällen veranlassen.

Meteorologische Verhältnisse können auch indirekt einen Einfluss auf grosse Menschenkomplexe ausüben, indem sie z. B. die Entstehung und Verbreitung von Epidemieen begünstigen oder beeinträchtigen.

v. Pettenkofer hat nachgewiesen, dass Typhus- und Choleraepidemieen in hohem Grade durch den Regen beeinflusst werden.

In Calcutta z. B. sind die Choleraepidemieen in der regenlosen Zeit am heftigsten und die Regenzeit bringt die Epidemie zum Verschwinden. Das Regenmaximum coincidiert sehr regelmässig mit der geringsten Cholerafrequenz.

Miquel in Montsouris bei Paris hat durch tägliche Zählungen nachgewiesen, dass die Zahl der in der Luft befindlichen Pilze und Bakterien hauptsächlich vom Regen abhängt, und zwar sind bei trockenem Wetter viel, bei länger dauerndem Regen wenig Bakterien in der Luft. Dies gilt natürlich ebenso für unschädliche, als für pathogene Bakterien.

Die schädlichen und günstigen Wirkungen, welche das „Klima" eines Ortes auf den Menschen ausübt, interessieren den Arzt und Hygieniker in hohem Grade.

Aber das Klima eines Ortes kann nur durch meteorologische Untersuchungen erforscht und definiert werden.

Verschiedene meteorologische Instrumente, wie z. B. Thermometer, Barometer etc., finden durch den Hygieniker tagtäglich, wenn auch nicht zu meteorologischen, so doch zu anderweitigen wissenschaftlichen Untersuchungen eine Anwendung, welche die vollkommene Kenntnis derselben voraussetzt.

I.

Beobachtung der Temperatur.

1. Thermometer.

Thermometer

Apparate zur Bestimmung der Temperatur eines Körpers heissen Thermometer (Wärmemesser).

Alle Körper dehnen sich beim Erwärmen aus, vergrössern ihr Volumen und ziehen sich umgekehrt beim Abkühlen zusammen.

Diese Ausdehnung ist für jeden Körper verschieden, sie ist am grössten bei Gasen, am geringsten bei festen Körpern.

Jene Grösse, um welche sich ein Körper bei einer Erwärmung um 1 Grad des Celsiusschen Thermometers ausdehnt, nennt man den Ausdehnungskoëfficienten dieses Körpers. Ausdehnungskoëfficient

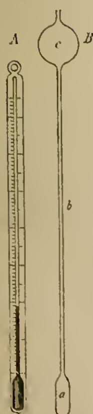
Die Flüssigkeiten dehnen sich unregelmässig aus, d. h. ihr Ausdehnungskoëfficient ist für jeden Temperaturgrad ein anderer: Wasser und Weingeist dehnen sich bei hoher Temperatur stärker aus, als bei niederer. Eine Ausnahme hievon macht für jene Temperaturen, mit welchen wir es, abgesehen von den hochnordischen Kontinenten, zu thun haben, das Quecksilber und dieses wird daher am häufigsten als thermometrische Substanz angewendet.

Der Ausdehnungskoëfficient des Quecksilbers ist konstant zwischen — 35° C und + 360° C bei 760 mm Druck und beträgt 0.00018, d. h.

eine Quecksilbersäule von 1 m Höhe bei 0° C hat um 1° C erwärmt eine Höhe von 1 + 0.00018 m, oder um 100° C erwärmt eine Höhe von

$$1 + 100 \times 0.00018 \text{ m} = 1.018 \text{ m}.$$

Fig. 1.



Das

Quecksilberthermometer Quecksilberthermometer

besteht aus einem cylindrischen oder kugelförmigen Quecksilbergefäss *a* (Fig. 1), das in ein langes überall gleich weites Kapillarrohr *b* ausgezogen ist.

Um diese Röhre mit Quecksilber zu füllen, wird am zweiten Ende der Kapillare *b* ebenfalls eine Kugel *c* angeblasen, die in eine offene Spitze ausgeht. Man erwärmt die beiden Kugeln und treibt die Luft darin teilweise aus. Dann taucht man die offene Spitze der Kugel *c* rasch in Quecksilber, dieses steigt in der erkaltenden Kugel *c* auf und füllt dieselbe bis zu einem gewissen Grade.

Kehrt man nun die Kugel *c* nach oben, so gelangt Quecksilber in die Kugel *a* nach unten. Um die Luft aus *a* und *b* ganz auszutreiben, wird das Quecksilber in *a* zum Kochen erhitzt. Nach dem Erkalten füllt sich *a* ganz mit Quecksilber.

Es ist nun noch das überschüssige Quecksilber in *c* zu entfernen, was dadurch geschieht, dass man die nach unten gehaltene Kugel *c* erwärmt. Die Kugel *a* wird dann erwärmt, bis das Quecksilber die Kapillare *b* bis zu einer gewünschten Höhe ausfüllt, worauf die Kapillare an diesem Punkte abgeschmolzen wird. Die Dimensionen des Instrumentes müssen ausprobiert werden, eine Hauptsache ist, dass die Kapillare überall gleich weit ist. (Näheres siehe Wüllner, Physik. III. Bd. 7.)

Das Instrument besteht somit aus einer mit Quecksilber angefüllten Glaskugel (*a*) und einer mit Quecksilber teilweise gefüllten, im übrigen luftleeren Kapillare (*b*) und zeigt die Verschiedenheiten der Wärme durch einen verschieden hohen Stand des Quecksilbers in der Kapillare an.

Fundamentalpunkte

Zur Vergleichung der Temperaturgrade braucht man aber gewisse Fix- oder Fundamentalpunkte und als solche sind angenommen

1. der Gefrierpunkt des Wassers,
2. der Siedepunkt des Wassers bei 760 mm Luftdruck.

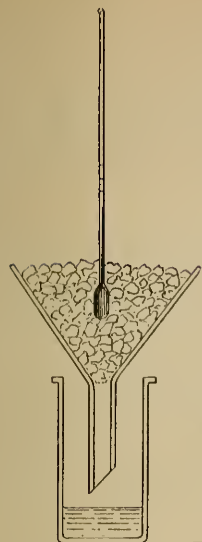
Fundamentalabstand

Der zwischen beiden Punkten liegende Fundamentalabstand wird jetzt nach des Schweden Celsius Vorschlag in 100 Teile oder Grade geteilt, die auf einer Skala von Papier, Glas oder Milchglas aufgetragen sind und über beide Fundamentalpunkte hinaus verlängert werden können.

Da die fertigen Thermometer nun nicht richtig hergestellt sein oder sich irgendwie verändert haben können, so ist es notwendig, jedes Instrument vor der Ingebrauchnahme, sowie jährlich mindestens einmal auf seine Richtigkeit zu prüfen.

Dies geschieht durch Prüfung des Null- und des Siedepunktes, sowie einiger Punkte des Fundamentalabstandes.

Fig. 2.

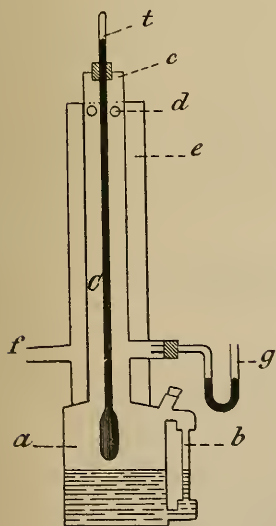


1. Prüfung des Nullpunktes.

Nullpunkt

Man füllt einen grösseren Trichter von 15—20 cm Radius mit kleingehacktem Eis und steckt das Thermometer so hinein, dass die Kugel bis zum Nullpunkt der Skala völlig von Eis umgeben ist. Man wartet eine Viertelstunde und liest dann den Stand des Quecksilbers, am besten mit einem Fernrohr (Kathetometer) ab. Fällt der Stand des Quecksilbers mit dem Nullpunkt zusammen, so ist der letztere richtig — andernfalls muss die Differenz als Korrektur des Nullpunktes notiert werden.

Fig. 3.



2. Prüfung des Siedepunktes.

Siedepunkt

Man bringt das Thermometer in einen Dampfentwicklungsapparat, ein sog. Hypsometer, in dem es ganz von strömendem Dampf umgeben ist, so dass nur der Skalenteil von 90° bis 100° aus dem Apparat heraussieht.

Dieser Dampfentwickler besteht aus einem Siedegefäss (*a*) mit Wasserstandszeiger (*b*), in dem Wasser zum Kochen gebracht wird, und einem darauf gesetzten Cylinder (*c*) für das Quecksilberthermometer (*t*). Dieser Cylinder ist mit einem Dampfmantel (*e*) umgeben, um jede Ab-

kühlung von aussen her zu verhindern. Der in *a* entwickelte Dampf strömt in *c* in die Höhe, dann durch die Öffnungen *d* in den Dampfmantel *e* und verlässt diesen bei *f*. Ausserdem ist ein Manometer (*g*) angebracht, um eine Überhitzung zu vermeiden. Die Kugel des Thermometers darf nicht in das Wasser tauchen, da siedendes Wasser keine konstante Temperatur hat, sondern muss frei im strömenden Dampf hängen.

Einfluss des Luftdrucks

Man kocht 10 Minuten und notiert dann den Stand des Thermometers. Es ist nun zu berücksichtigen, dass der Siedepunkt des Wassers abhängig ist vom Luftdruck. Ein richtiges Thermometer wird nur dann genau 100° C zeigen, wenn der bei 0° gemessene Luftdruck 760 mm ist.

Es muss also auch Barometerstand und Temperatur am Barometer abgelesen werden, worauf man den Barometerstand nach der auf Seite 21 angegebenen Weise auf 0° reduziert.

Man entnimmt nun aus Tabelle I den normalen Siedepunkt für den reduzierten Barometerstand — stimmt derselbe mit dem beobachteten Siedepunkt überein, so ist letzterer richtig — andernfalls ist die Differenz als Korrektion des Siedepunktes zu notieren.

Beispiel: Ein Laboratoriumsthermometer zeigte den Siedepunkt 98.2° C; der Barometerstand war 713 mm, die Temperatur des am Barometer befindlichen Thermometers + 15° C.

Der auf 0° reduzierte Barometerstand ist (nach S. 21)

$$b_o = 713 - 713 \times 0.00018 \times 15$$
$$= 713 - 1.9$$
$$= 711.1 \text{ mm.}$$

Nach Tabelle I ist die Siedetemperatur

bei 711 mm 98.15°,
bei 712 mm 98.19°,

also bei 711.1 mm = 98.15 + 1 × 0.004 = 98.154° C.

Da unser Thermometer 98.20° C. zeigt, so zeigt es 0.05° C zu hoch, die Korrektur für den Siedepunkt ist also —0.05°.

Tabelle I.

Siedepunkte des Wassers

bei verschiedenen Barometerständen (nach Regnault.)

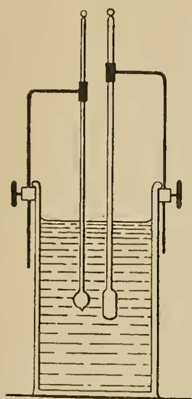
mm	° Cels.	mm	° Cels.	mm	° Cels.	mm	° Cels.
580	92.62	677	96.80	710	98.11	742	99.33
585	84	8	84	1	15	3	37
590	93.07	9	88	2	19	4	41
595	30	680	92	3	22	5	44
600	52	1	96	4	26	6	48
605	75	2	97.00	5	30	7	52
610	97	3	04	6	34	8	56
615	94.19	4	08	7	38	9	59
620	41	5	12	8	42	750	63
625	62	6	16	9	46	1	67
630	84	7	20	720	50	2	71
635	95.05	8	24	1	53	3	74
640	27	9	28	2	57	4	78
645	48	690	32	3	61	5	82
650	69	1	36	4	65	6	85
655	90	2	40	5	69	7	89
660	96.10	3	44	6	73	8	93
1	14	4	48	7	76	9	96
2	19	5	52	8	80	760	100.00
3	23	6	56	9	84	1	04
4	27	7	60	730	88	2	07
5	31	8	64	1	92	3	11
6	35	9	68	2	95	4	15
7	39	700	72	3	99	5	18
8	43	1	76	4	99.03	6	22
9	47	2	79	5	07	7	26
670	51	3	83	6	11	8	29
1	55	4	87	7	14	9	33
2	59	5	91	8	18	770	37
3	64	6	95	9	22	775	55
4	68	7	99	740	26	780	73
5	72	8	98.03	1	29		
6	76	9	07				

3. Prüfung der Punkte des Fundamentalabstandes.

Fundamentalabstand

Die Prüfung der Richtigkeit der Grade zwischen 0 und 100 geschieht durch Vergleichung mit einem Normalthermometer. Von den letzteren sind die aus Jenaer Normalglas sehr empfehlenswert.

Fig. 4.



Man bringt die beiden Thermometer in ein ca. 10 l haltendes Holzgefäss mit Wasser und zwar so, dass die Kugeln in gleicher Höhe und von Boden und Wandungen 10 cm weit entfernt sind, mischt das Wasser durch Einblasen von Luft mittelst eines Schlauches gut durch und beobachtet nach 10 Minuten den Stand beider Thermometer (Fig. 4.)

Dann giesst man warmes Wasser zu, mischt gut durch und beobachtet wieder nach 10 Minuten u. s. f.

Korrektionstabelle

Das Ablesen geschieht am besten mittelst Kathetometer. Die Ablesungen notiert man dann und berechnet daraus, falls sich Abweichungen zeigen, eine Korrektionstabelle.

Falls sich zwischen 2 Punkten Abweichungen in den Angaben zeigen, macht man entweder eine dritte Beobachtung zwischen beiden Punkten oder man verfährt folgendermassen:

Man habe z. B. gefunden, dass das zu prüfende Thermometer bei 10° vom Normalthermometer um + 0.1° abweicht, bei 20° aber um + 0.4°.

Zweifellos verändert das Thermometer somit zwischen 10° und 20° seine Angaben.

Man nimmt an, die Grösse der Änderung verteile sich gleichmässig über den ganzen Zwischenraum. Von 10° bis 20° ändert sich die Korrektur von 0.1° auf 0.4°,

also um $^4/_{10}$. Es werden nun im Zwischenraum von 10° bis 20° Punkte liegen, bei denen die Korrektur 0.2° und 0.3° beträgt. Man findet diese Punkte rechnerisch, indem man den Abstand von 10° bis 20° in 4 Teile, entsprechend der Änderung um $^4/_{10}$ teilt, also 10 : 4 = 2.5°; nach je 2.5° ändert sich die Korrektur um 0.1°.

Die Korrektur 0.1° reicht von 10° bis 10° + 2.5° = 12.5°,
" " 0.2° " " 12.6° " 12.5° + 2.5° = 15.0°,
" " 0.3° " " 15.1° " 15.0° + 2.5° = 17.5°,
" " 0.4° " " 17.6° " 20°.

Zu solchen Korrekturen dürfen aber so weit abliegende Temperaturdifferenzen, wie von 10° bis 20° nicht benutzt werden, in diesem Falle müsste vielmehr eine Ablesung mindestens bei 15° oder je nach dem Zwecke von Grad zu Grad eingeschoben werden.

Beispiel: Es wurden die folgenden Ablesungen gemacht:

Normal- Thermometer	zu kontrollierendes Thermometer	Korrektur
0	0	± 0.
5.7	5.6	+ 0.1
10.4	10	+ 0.4
15.4	15.2	+ 0.2
21.5	21.3	+ 0.2
26.1	26	+ 0.1
29.4	30	— 0.2

Bei 0° zeigen beide Thermometer gleich, also ist die Korrektur ± 0.

Bei 5.6° des zu kontrollierenden Thermometers zeigte das Normalthermometer 5.7°, man muss daher zur Anzeige des zu kontrollierenden Thermometers 0.1° hinzuzählen, um die richtige Temperatur zu erhalten, also Korrektur für 5° C + 0.1° u. s. w.

Man erhält die Korrektionstabelle durch folgende Rechnungen:

von	0°	bis	$\frac{0+5.6}{2} = 2.8°$		die	Korrektur	± 0.
„	2.9°	„	5.6°		„	„	+ 0.1 }
„	5.7°	„	$\left(5.6 + \frac{10 - 5.6}{4}\right)$ =	6.7°	„	„	+ 0.1 }
„	6.8°	„	(6.7 + 1.1) . . . . =	7.8°	„	„	+ 0.2
„	7.9°	„	(7.8 + 1.1) . . . . =	8.9°	„	„	+ 0.3
„	9.0°	„	10		„	„	+ 0.4 }
„	10.1°	„	$\left(10 + \frac{15.2 - 10}{3}\right)$ =	11.7	„	„	+ 0.4 }
„	11.8°	„	(11.7 + 1.7) . . . . =	13.4	„	„	+ 0.3
„	13.5°	„	15.2		„	„	+ 0.2 }
„	15.3°	„	21.3		„	„	+ 0.2 }
„	21.4°	„	$\left(21.3 + \frac{26 - 21.3}{2}\right)$ =	23.6	„	„	+ 0.2 }
„	23.7°	„	26		„	„	+ 0.1 }
„	26.1°	„	$\left(26 + \frac{30 - 26}{4}\right)$ =	27	„	„	+ 0.1 }
„	27.1°	„	(27 + 1) . . . . . =	28	„	„	± 0
„	28.1°	„	(28 + 1) . . . . . =	29	„	„	− 0.1
„	29.1°	„	30°		„	„	− 0.2.

Daraus ergiebt sich durch Zusammenfassung der gleichen Korrekturen die folgende Korrektionstabelle:

von	0°	bis	2.8°	ist	einzutragen	*t* ± 0°
„	2.9	„	6.8	„	„	+ 0.1
„	6.9	„	7.9	„	„	+ 0.2
„	8.0	„	9.0	„	„	+ 0.2
„	9.1	„	11.7	„	„	+ 0.4
„	11.8	„	13.4	„	„	+ 0.3
„	13.5	„	23.6	„	„	+ 0.2
„	23.7	„	27.0	„	„	+ 0.1
„	27.1	„	28.0	„	„	± 0
„	28.1	„	29.0	„	„	− 0.1
„	29.1	„	30	„	„	− 0.2.

Weingeist-thermometer

Für Temperaturen unter 0° verwendet man meist Weingeistthermometer, welche dieselbe Konstruktion wie Quecksilberthermometer besitzen, als thermometrische Substanz aber mit Anilinfarben roth oder gelb gefärbten Weingeist enthalten.

Luft-thermometer (Pyrometer)

Für Temperaturen über 300° kommen Luft- oder Metallthermometer, sog. Pyrometer, in Anwendung.

Vergleich von Thermometern verschiedener Einteilung.

Thermometer verschiedener Einteilung

Die Einteilung des Fundamentalabstandes in 100 Grade, wie sie für wissenschaftliche Zwecke am bequemsten ist, ist nicht die einzige; Réaumur hat denselben Abstand in 80 Grade geteilt, während Fahrenheit als Nullpunkt die tiefste von ihm beobachtete Temperatur —32° wählte und den Siedepunkt mit 212° bezeichnete, so dass der Fundamentalabstand in 180 Grade geteilt ist.

Es sind somit

$$n^0\,\mathrm{C} = \frac{4}{5}\,n^0\,\mathrm{R} = \left(\frac{9}{5}\,n + 32\right)^0\,\mathrm{F}.$$

$$n^0\,\mathrm{R} = \frac{5}{4}\,n^0\,\mathrm{C} = \left(\frac{9}{4} + 32\right)^0\,\mathrm{F}.$$

$$n^0\,\mathrm{F} = \frac{4}{9}\left(n - 32\right)^0\mathrm{R} = \frac{5}{9}\left(n - 32\right)^0\,\mathrm{C}.$$

2. Thermometrographen.

Thermometrographen

Zur Beobachtung der Temperatur während längerer Zeitabschnitte hat man sog. Thermometrographen konstruiert. Dieselben beruhen entweder auf mechanischer oder elektrischer Registrierung (selbstregistrierende Thermometer) und geben dann den Gang der Temperatur als Kurve an, oder sie bestehen aus einem sog. Maximum- und einem Minimumthermometer und geben dann nur die im Beobachtungszeitraum erreichte höchste und niederste Temperatur an.

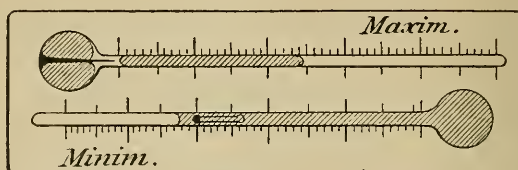
Selbstregistr. Thermometer

Maximum-, Minimum-thermometer

Von den Instrumenten der letzteren Art sind verschiedene Konstruktionen angegeben, so von Rutherford, Rapp u. s. w., in Gebrauch für meteorologische Zwecke sind jedoch nur folgende:

1. Thermometrograph von Greiner in München.*)

Fig. 5.



Greiner's Thermometrograph

Das Maximumthermometer ist ein absolut horizontal hängendes Quecksilberthermometer, in dessen Kugel ein feiner Glasstift eingeschmolzen ist, der bis in die Kapillare hineinreicht. Derselbe gestattet das Ausfliessen des Quecksilbers, nicht aber dessen Zurückgehen — der Faden reisst bei sinkender Temperatur ab und bleibt in voller Länge in der Kapillare liegen. Man liest daher die Maximaltemperatur am äussersten Ende des Quecksilberfadens wie gewöhnlich ab.

Das Minimumthermometer muss ebenfalls absolut horizontal hängen und besitzt die Konstruktion von Rutherford. In der Kapillare liegt nämlich ein Glasschwimmerchen mit nach aussen gewölbter Kuppe — bei steigender Temperatur fliesst der Weingeist über das Schwimmerchen hinweg — bei fallender hingegen zieht die nach innen gewölbte Kuppe des Weingeists das Schwimmerchen infolge von Kapillarattraktion mit zurück und der Schwimmer bleibt bei der tiefsten Temperatur liegen. Man liest daher an dem schwarzen Köpfchen des Schwimmers die Minimaltemperatur ab.

*) Preis 24 ℳ

Um das Maximumthermometer für die kommende Beobachtungsperiode in stand zu setzen, nimmt man es ab und stosst es, die Kugel nach unten, auf die hohle Hand auf — dadurch findet eine Vereinigung des abgerissenen Fadens mit dem Quecksilber in der Kugel wieder statt. Einstellung

Zur Einstellung des Minimumthermometers neigt man dasselbe, die Kugel nach oben, dadurch fällt das Schwimmerchen bis auf die Kuppe des Weingeists herab.

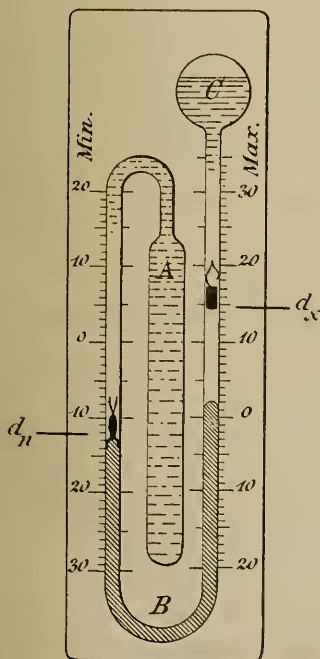
Beide Instrumente sind dann wieder genau horizontal aufzuhängen.

2. Thermometrograph von Six und Bellani.*)

Six u. Bellanis Thermometrograph

Bei diesem Instrumente sind Maximum- und Minimumthermometer in einem Apparat vereinigt und zwar wirkt als thermometrische Substanz in beiden Fällen Weingeist, aber als Transporteur der Schwimmer Quecksilber.

Fig. 6.



Der Thermometrograph (Fig. 6) besteht aus einem U-Rohr (B), an das einerseits ein Glascylinder (A), anderseits eine geschlossene Glaskugel (C) sich anschliesst.

Die Skala befindet sich an den beiden Schenkeln des U-Rohres, das bis zum Nullpunkt der beiden Skalen mit Quecksilber gefüllt ist. Glascylinder (A) und der anschliessende Teil des U-Rohres sind völlig mit Weingeist gefüllt, die Glaskugel (C) hingegen nur teilweise.

*) Preis 18 M.

Bei 0° C ist der Stand des Quecksilbers in beiden Schenkeln des U-Rohres völlig gleich. Auf den beiden Kuppen des Quecksilbers liegen federnde Stahlstäbchen (*d*), welche mit ihrer Marke am untern Teile der Indexstäbchen die Temperatur angeben und an der Stelle stehen bleiben, an welche sie vom Quecksilber hingeschoben werden. (d_x für Maximal-, d_n für Minimaltemperatur.) Steigt die Temperatur, so dehnt sich der Weingeist in *A* aus, der Alkoholdampf in *C* kondensiert sich und das Quecksilber steigt im Maximalschenkel des U-Rohrs, das Stahlstäbchen mit fort schiebend.

Fällt die Temperatur wieder, so zieht sich der Weingeist in *A* zusammen, das Quecksilber steigt daher im Minimalschenkel des U-Rohrs wieder zurück, und fällt ebensoviel im Maximalschenkel; das Schwimmerchen im Maximalschenkel bleibt aber in Folge der Federung am höchsten erreichten Stand stehen. Dasselbe Spiel findet umgekehrt im Minimalschenkel statt. Man liest also den Stand der Marken der Schwimmer in beiden Schenkeln des U-Rohrs als Maximal- und Minimaltemperatur ab.

Zur Einstellung der Schwimmer auf die Quecksilberkuppen dient ein Magnet.

3. Metallthermometer und Metall-Thermometrographen.

Metallthermometer

Die Eigenschaft, sich beim Erwärmen auszudehnen, besitzen auch feste Körper. Werden zwei Streifen von Metallen mit ungleichen Ausdehnungskoëfficienten aufeinander gewalzt, so wird bei Temperaturänderungen eine Krümmung des Streifens eintreten, die dann mittelst Hebel und Zahnrad auf einen Zeiger übertragen und auf einer Skala scharf sichtbar gemacht werden kann.

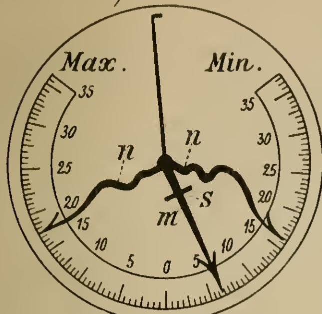
Kompensationsstreifen

Derartige Metallstreifen nennt man Kompensationsstreifen; ein damit konstruiertes Thermometer Metallthermometer.

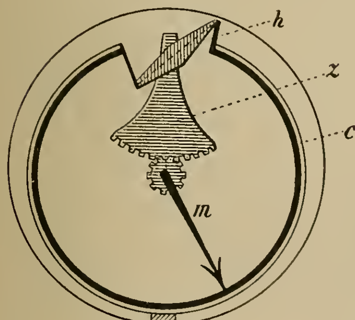
Bei den Instrumenten von Hermann und Pfister*) (Fig. 7) trägt der Zeiger *m*, welcher die momentane Temperatur angiebt, einen senkrecht stehenden Stift *s*.

Fig. 7.

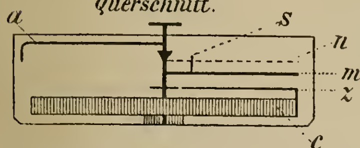
Aeußere Ansicht.



Jnnere Ansicht.



Querschnitt.



Knapp über dem Momentzeiger befinden sich an derselben Axe lose befestigt zwei sog. Nebenzeiger *nn*, deren einen der Momentzeiger nur nach rechts (Maximum), den andern nur nach links (Minimum) vor sich herschieben kann, und die an dem erreichten Stande stehen bleiben, mithin die Maximal- und Minimaltemperatur angeben. Um das Instrument wieder einzustellen, ist ein von aussen beweglicher Stift *a* angebracht (Hebelwerk und Zeiger befinden sich unter Glas), mittelst dessen die beiden losen Nebenzeiger auf den Momentzeiger eingestellt werden.

In Fig. 7 bedeutet ferner *c* den Kompensationsstreifen, *h* den Hebel, *z* die Zahnradübersetzung.

Die Graduierung dieser Instrumente erfolgt durch Vergleich mit einem Normalthermometer.

---

*) Bezugsquelle: Hermann und Pfister, Bern. Preis 32—60 Francs.

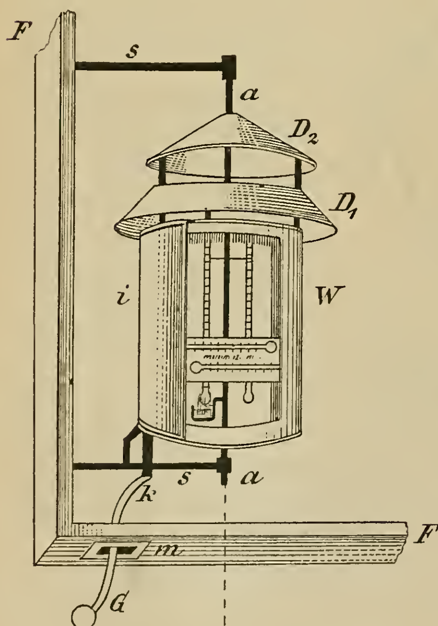
Metallthermometer eignen sich nur für Beobachtungen in geschlossenen Räumen, nicht aber in der freien Luft, da die Metallteile der Instrumente mit der Zeit angegriffen werden.

Aufhängung der Thermometer und Thermometrographen.

Thermometergehäuse

Thermometer, welche für meteorologische Zwecke dienen, müssen sehr sorgfältig angebracht werden. Zur Aufnahme für dieselben dient ein rundes Blechgehäuse *W* (Fig. 8), dessen Mittelaxe *aa* 0.60 m von der Mauer des Gebäudes entfernt ist und das doppelte Bedachung D_1 und D_2 besitzt und behufs Ablesung mittelst Hebel *G* an ein Fenster *F* gezogen werden kann, wobei es sich selbstthätig öffnet. Die in der Zeichnung offene Seite ist nämlich bei anderer Stellung durch den Flügel *i* geschlossen und öffnet sich durch die Zugstange *K* beim Heranziehen des Häuschens. Um bei geschlossenem Fenster ablesen zu können, ist die Zugstange *G* durch eine Öffnung *m* im Fensterrahmen *F* handhabbar.

Fig. 8.



Dieses Gehäuse muss so angebracht sein, dass es nie direkt von der Sonne getroffen wird, keinen starken Reflexen von Gebäuden unterworfen und ganz frei dem Luftzuge ausgesetzt ist.

In diesem Gehäuse werden die Thermometer angebracht und die Thermometrographen genau horizontal aufgehängt; ausserdem ist auch das später zu besprechende Psychrometer von August*) hierin aufzustellen.

II.

Messung des Luftdrucks.

Barometer.

Instrumente, mit denen die Grösse des Luftdrucks gemessen wird, heissen Barometer. Barometer

Die atmosphärische Luft übt bei 0° C am Spiegel des Meeres durchschnittlich einen Druck von 1 Atmosphäre = 1.0328 kg auf jeden qcm aus und hält darum einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe das Gleichgewicht. (760 × spec. Gew. d. Quecksilbers = 13.59 g = 1.0328 kg.)

Füllt man in der Höhenlage des Meeresniveaus eine 80 cm lange, unten zugeschmolzene starke Glasröhre mit reinem Quecksilber und dreht sie unter Quecksilber so um, dass keine Luft eintreten kann, so fällt das Quecksilber bis auf eine Höhe von etwa 760 mm, und darüber entsteht ein luftleerer Raum, das Vacuum. (Toricelli's Versuch.)

Je nachdem nun der Druck der Luft geringer oder grösser wird, fällt oder steigt das Quecksilber — die Schwankungen der Quecksilbersäule sind somit ein Masstab für die Schwankungen des Luftdrucks.

Als Einteilung für Barometerskalen nimmt man jetzt allgemein mm (früher Pariser Zoll und Linien etc.) und drückt somit den Luftdruck in mm Quecksilbersäule aus, welcher er das Gleichgewicht hält.

Die gebräuchlichen Barometer sind folgende:

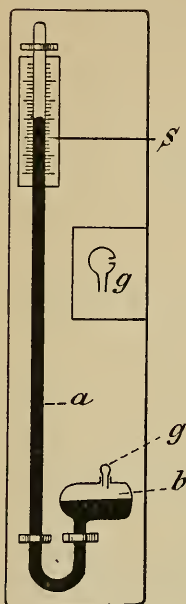
*) Preis 30 ℳ.

1. Birnbarometer.

Birnbarometer

Bei diesen Instrumenten sind Barometerrohr *a* und Skala *s* fest (Fig. 9), als Vorratsgefäss dient ein birnförmiges Gefäss *b*, das mit einem seitlich durchbohrten Glasstöpsel *g* verschlossen wird.

Fig. 9.



Diese Instrumente sind für wissenschaftliche Messungen aus folgendem Grunde unbrauchbar:

Die Höhe der Quecksilbersäule wird stets gemessen vom Niveau des Spiegels in der Birne *b* bis zur Kuppe im Rohr *a*.

Wenn aber das Quecksilber im Rohr fällt, so wird es in der Birne steigen und zwar um so mehr, je enger der Querschnitt der Birne ist.

Somit verändert sich der Nullpunkt mit dem Steigen und Fallen des Quecksilbers im Rohre.

Nun besitzt aber die Skala einen festen Nullpunkt, weil sie unverrückbar befestigt ist — eine jede Ablesung, die von einem andern Nullpunkt, als dem ursprünglichen, ausgeht, ist daher falsch.

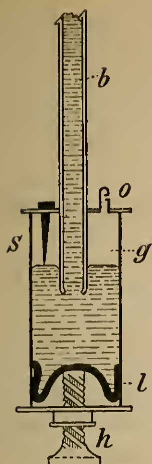
Verringert kann der Fehler dadurch werden, dass man den Querschnitt der Birne recht weit macht; aufgehoben wird er dadurch, dass man die Skala beweglich macht, d. h. das Birnbarometer in ein Gefässbarometer verwandelt.

Für wissenschaftliche Zwecke dienen

2. Gefässbarometer von Fortin. (Fig. 10.)

Gefäss-barometer

Das Quecksilbergefäss *g* besitzt einen beweglichen Boden *l* aus Leder, der mittelst einer Schraube *h* hoch



und nieder gestellt werden kann. Der Nullpunkt ist durch eine Elfenbeinspitze *s* markiert. Vor der Ablesung stellt man das Niveau durch Schrauben am Boden auf die Spitze der Elfenbeinmarke *s* ein — der Stand im Rohr *b* gibt dann die richtige Angabe. (Es ist jedoch noch eine Korrektur anzubringen wegen der Kapillardepression, infolge deren das Quecksilber um so weniger hoch steigt, je enger die Röhre ist.) Die aus nachstehender Tabelle II zu entnehmende Zahl ist dem abgelesenen Stand zuzufügen:

Tabelle II.

Durchmesser der Barometerröhre	Höhe des Meniskus in mm						
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
4 mm	0.60	1.16	1.65	2.05	2.35	—	—
8 mm	0.12	0.24	0.35	0.46	0.55	0.64	0.71
12 mm	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.23

3. Stationsbarometer.

Den Fortin'schen Barometern ähnlich sind die Stationsbarometer nach Kapeller. Es fehlt denselben nur die Nullpunktsmarke, dagegen ist die Skala von vornherein nach dem Verhältnis von dem Durchmesser der Röhre zu jenem des Gefässes reduziert. Stationsbarometer

Die Einstellung geschieht für jede Station durch Vergleich mit einem Normalbarometer.

4. Heberbarometer.

Heber-barometer

Die Heberbarometer (Fig. 11) besitzen eine überall gleich weite Röhre *b*, so dass das Quecksilber in dem einen Schenkel ebenso hoch steigt, als es in dem andern fällt. Man macht daher stets zwei Ablesungen, nämlich die des Nullpunkts und die des Standes.

Je nach der Konstruktion sind drei Arten zu unterscheiden:

a) Barometer und Skala sind fest, man liest den oberen Stand ab, dann den untern und addiert oder subtrahiert die Entfernung des letztern vom Nullpunkt.

b) Barometer beweglich, Skala fest, dann verschiebt man das Barometer solange, bis die Quecksilberkuppe im kurzen Schenkel mit dem Nullpunkt zusammentrifft und liest oben direkt ab.

c) Barometer *b* fest, Skala *s* beweglich:

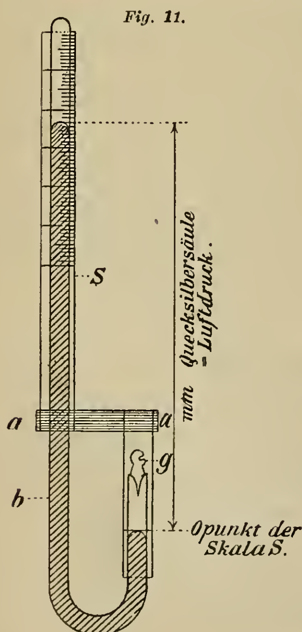


Fig. 11.

Die Skala *s* besteht aus folgenden Teilen:

1. einer Glasröhre, welche über den langen Schenkel des Barometerrohrs *b* gestülpt und mit mm-Teilung (Skala) versehen ist,
2. einer ebensolchen Glasröhre, welche über den kurzen Schenkel des Barometerrohrs *b* gestülpt ist u. die Nullpunktmarke der Skala aufgeätzt enthält.

Diese beiden, die Schenkel des Barometerrohrs mantelartig umgebenden Glasröhren sind durch

3. eine Messingfassung *aa* verkuppelt, so dass jede Verschiebung des einen Teiles eine gleiche Verschiebung des andern mit zur Folge hat.

Man schiebt die Nullpunktmarke auf die Kuppe des Quecksilbers im kurzen Schenkel und liest den Stand des Quecksilbers im langen Rohr dann direkt (und ohne Korrektur für Kapillardepression) ab.

Das Ende des kurzen Schenkels des Rohres *b* ist durch einen fein durchbohrten Glasstöpsel *g* geschlossen, welcher den Zutritt der durch den Mantelraum eindringenden Luft gestattet und gleichzeitig das Ausfliessen des Quecksilbers beim Transport verhütet.

Korrektur des Barometers

Bei allen Quecksilberbarometern übt die Temperatur einen Einfluss auf die Länge (Höhe) der Quecksilbersäule aus, der durch eine Korrektur beseitigt werden muss.

Die Ausdehnung der Quecksilbersäule durch Wärme kann der Hauptsache nach nur in der Länge (Höhe) erfolgen, sie beträgt für

1 mm und 1^0 C 0.00018 mm (Ausdehnungskoëff. für 1^0 C.)
b „ „ 1^0 C $b \times 0.00018$ mm
b „ „ t^0 C $b \times t \times 0.00018$ mm.

Man giebt alle Barometerstände bei 0^0 C an, muss daher auch die Temperatur am Barometer ablesen und den Stand auf 0^0 C reduzieren.

Eine Quecksilbersäule, welche bei $t\,^0$ C die Länge *b* mm hat, ist bei 0^0 C $= (b - b \times t \times 0.00018)$ mm oder

$$b_0 = b_t - b_t \times t \times 0.000.18.$$

Beispiel: Barometerstand 720 mm $= b_t$
Temperatur am Barometer 15^0 C $= t$.

$b_0 = 720$ mm $- 720 \times 15 \times 0.00018$
$= 720$ „ $- 1.9$
$= 718.1$ „ d. h. der auf 0^0 C reduzierte Barometerstand ist 718.1 mm.

Es giebt Tabellen, welche die Rechnung ersparen, eine solche ist für die Barometerstände 680—770 mm und die Temperaturen 5^0—30^0 C angefügt (Tab. III).

Für sehr genaue Messungen muss auch die Ausdehnung des Glases der Barometerröhre, wie auch der Skala berücksichtigt werden, für hygienische Untersuchungen kann diese Korrektur jedoch unterlassen werden.

In Tabelle III ist diese Ausdehnung der Skala und zwar unter Annahme einer Messingskala berücksichtigt, die Zahlen fallen jedoch mit den nach der Formel berechneten fast zusammen, in obigem Beispiel 718.2 mm statt der berechneten 718.1 mm.

Tabelle III.

Reduktion der in mm ausgedrückten Barometerstände auf 0°.

Die Zahlen sind vom Barometerstand in mm abzuziehen.

t	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770
5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
10	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
6	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0
7	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1
8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3
9	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4
20	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5
1	2.3	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6
2	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8
3	2.5	2.5	2.5	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9
4	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0
5	2.7	2.7	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
6	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3
7	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4
8	3.0	3.0	3.1	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5
9	3.1	3.2	3.2	3.4	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7
30	3.2	3.0	3.3	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8

Aufhängen der Barometer.

Aufhängen der Barometer.

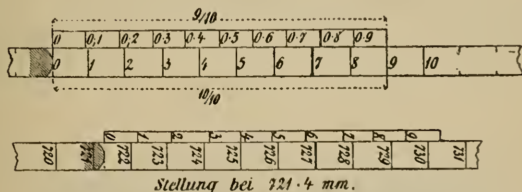
Barometer sind in Zimmern mit geringen Temperaturschwankungen, jedenfalls vor der Sonne geschützt, aufzuhängen. Heberbarometer sind ausserhalb der Beobachtungszeit etwas schief zu hängen, damit die eintretende Oxydation des Quecksilbers im kurzen Schenkel das Glas in der Höhe der Ablesung nicht trübe macht.

Nonius.

Nonius.

Zum Ablesen der Bruchteile von Millimetern dient der Nonius (Fig. 12). An der Skala des Barometers ist ein verschiebbarer Masstab angebracht, der genau 9 mm lang und in 10 Teile geteilt ist, jeder Teilgrad des Nonius ist daher nur $^9/_{10}$ mm lang, also $^1/_{10}$ mm kürzer als ein Teilgrad der Skala.

Fig. 12.



Stellung bei 721·4 mm.

Die Ablesung erfolgt nun so, dass man den Nullstrich des Nonius genau an die Kuppe des Quecksilbers anlegt, und den nächst untern ganzen Millimeterstand abliest. Fällt der Nullstrich des Nonius mit einem Teilstrich der Skala zusammen, so liest man den Stand in ganzen mm direkt ab.

Fällt der Nullstrich des Nonius aber zwischen zwei Teilstriche der Skala, so zählt man, der wievielte Teilstrich des Nonius zusammenfällt mit einem Teilstrich der Skala und addiert dann ebensoviele $^1/_{10}$ mm zu, z. B.:

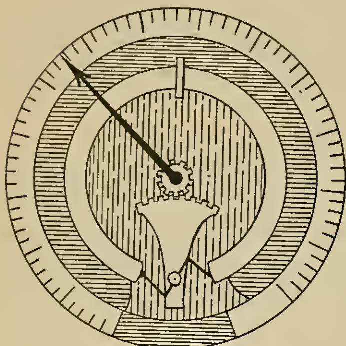
> Der Nullstrich des Nonius steht zwischen 721 und 722 mm, der 4. Teilstrich des Nonius fällt mit einem Strich der Skala zusammen, dann ist der Barometerstand $721 + 0.4 = 721.4$ mm.

5. Metall- oder Aneroidbarometer.

Metall-barometer.

An Stelle einer Quecksilbersäule können auch luftleer gemachte Metallringe oder Dosen mit dünnem Metalldeckel zur Messung des Luftdrucks verwendet werden. Solche Instrumente heissen Aneroid- oder Metall-Barometer. (Fig. 13).

Fig. 13.



Im allgemeinen werden die Bewegungen des luftleeren Teils durch ein Hebel- und Räderwerk auf einen Zeiger sichtbar übertragen.

Die Einstellung erfolgt gegen ein Normalquecksilberbarometer. *)

III.

Bestimmung der Luftfeuchtigkeit.

Die Luft kann je nach ihrer Temperatur verschieden viel Wasserdampf aufnehmen; die Wasserdampfmenge erreicht jedoch für jeden Temperaturgrad ein gewisses unüberschreitbares Maximum.

Ist die Luft bei einer gewissen Temperatur völlig mit Wasserdampf gesättigt und sie wird nun abgekühlt,

---

*) Bezugsquellen für Barometer: R. Fuess, Berlin SW. Alte Jakobstr. 108 und J. Greiner, München.

Heberbarometer	50 ℳ
Stationsbarometer nach Fuess	100 ℳ
Barometer nach Fortin . . .	100—200 ℳ
Normalbarometer nach Wild	170—200 ℳ
Aneroidbarometer	30—100 ℳ

so kann sie nicht mehr soviel Wasserdampf wie bisher enthalten, sondern sie wird den Überschuss je nach der Temperatur in tropfbar flüssiger Form (als Regen oder Thau) oder in fester Form (als Reif, Schnee oder Hagel) abscheiden.

Die Temperatur, bei der die Luft völlig mit Wasserdampf gesättigt ist, nennt man Thaupunkt. Thaupunkt

Die Wasserdampfmenge in g, welche in 1 cbm Luft bei einer gewissen Temperatur eben enthalten ist, heisst absolute Feuchtigkeit. Absolute Feuchtigkeit

Die Wasserdampfmenge in g, welche bei einer gewissen Temperatur (als Thaupunkt) in 1 cbm Luft enthalten sein könnte, heisst Sättigungsmaximum. Sättigungsmaximum

Die Wasserdampfmenge in g, welche 1 cbm Luft bei einer gewissen Temperatur bis zur vollen Sättigung noch aufnehmen könnte, heisst Sättigungsdefizit oder Sättigungsdefizit

Sättigungsdefizit ist die Differenz zwischen dem Sättigungsmaximum und dem absoluten Wassergehalt der Luft.

Diejenige Wassermenge, welche in der Luft bei einer gewissen Temperatur enthalten ist, in Prozenten derjenigen Wassermenge ausgedrückt, welche bei derselben Temperatur in der Luft enthalten sein könnte, heisst relative Feuchtigkeit oder Relative Feuchtigkeit

die absolute Feuchtigkeit in Prozent des Sättigungsmaximums ausgedrückt, giebt die relative Feuchtigkeit.

Hygrometer.

Zur Bestimmung des Wassergehalts der Luft dienen die Hygrometer, die sich teils auf Bestimmung des Thaupunktes, teils der absoluten oder relativen Feuchtigkeit gründen und alle andern Daten zu berechnen gestatten. Hygrometer

Die Kondensations-Hygrometer bestimmen den Thaupunkt, beispielsweise die Instrumente von Daniell und Regnault, sie lassen aber dem subjektiven Sehen zu viel Spielraum und erfordern verhältnismässig viele Zeit zur Ablesung; sie werden daher jetzt nur selten gebraucht.

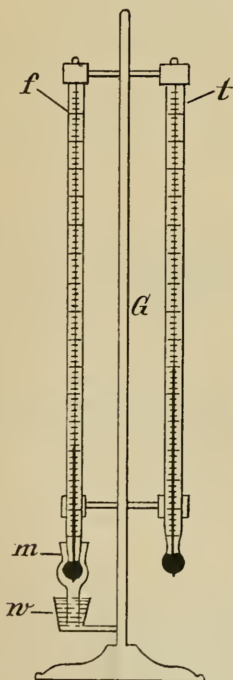
Als Hygrometer für hygienische Untersuchungen dient am einfachsten das

Psychrometer von August.*)

Psychrometer von August

Dieses Instrument (Fig. 14) besteht aus zwei in $^1/_{10}\,^0$ C geteilten, ganz gleich zeigenden Thermometern, *t* und *f*, die an einem Gestell *G* befestigt sind. Die Kugel des einen Thermometers *f* wird stets feucht gehalten. Dies geschieht durch Umwickeln der Kugel mit Musselin *m*, der in ein Wassergefäss *w* herabreicht und durch Haarröhrchenwirkung Wasser aufsaugt und die Kugel feucht hält.

Fig. 14.



Wenn nun die Luft nicht völlig mit Wasser gesättigtist. so wird von der feuchten Kugel von *f* Wasser verdampfen, wodurch Wärme verbraucht wird; das feuchte Thermometer *f* wird also einen tieferen Stand zeigen als das trockene Thermometer *t*.

Ist die Luft völlig mit Wasser gesättigt, so kann kein Wasser verdampfen, es wird also auch keine Wärme gebunden, die beiden Thermometer zeigen gleiche Temperatur.

*) Preis 20—24 *M.*

Die Thatsache, dass das feuchte Thermometer f einen tieferen Stand zeigt, als das trockene t, wenn die Luft nicht völlig mit Wasser gesättigt ist, und zwar einen um so tieferen, je grösser das Sättigungsdefizit ist, gestattet auf den Feuchtigkeitszustand der Luft zu schliessen.

Bei mässigem Luftzug wird die an der feuchten Kugel f vorbeistreichende Luft sich mit Wasserdampf sättigen, gleichzeitig aber erkalten, weil sie einen Teil ihrer Wärme zur Dampfbildung abgiebt. Es wird nun ein Zustand eintreten, bei dem ebensoviel Wärme durch die Luft zugeführt wird, als Wärme gebunden wird durch die Verdampfung.

Das feuchte Thermometer f zeigt also die Temperatur an, bis zu welcher die Luft an der feuchten Kugel erkaltet und bei welcher sie gleichzeitig mit Wasserdampf gesättigt ist.

Die Luft kommt mit ihrem Wassergehalt (m), der bestimmt werden soll, an die Kugel des feuchten Thermometers f mit der Temperatur, welche das trockene Thermometer t angiebt.

Die Luft, welche das feuchte Thermometer mit Wasserdampf gesättigt verlässt, hat einen Wassergehalt (M), der sich zusammensetzt aus

1. dem Wassergehalt, den die Luft schon hatte ($= m$)
2. dem Wasser, das die Luft an der feuchten Kugel aufnahm ($= cd$)

$$\text{also } M = m + cd.$$

In dieser Gleichung sind aber M und cd bekannt, während m unbekannt ist, also

$$m = M - cd,$$

worin m = absoluter Wassergehalt der Luft bei der Temperatur des trockenen Thermometers t.

M = Sättigungsmaximum bei der Temperatur des feuchten Thermometers f, aus Tabelle IV zu entnehmen,

c = Konstante, für gewöhnlich = 0.65, im Winter, wenn die Kugel mit Eis überzogen ist, $c = 0.56$,

d = Differenz zwischen trockenem und feuchtem Thermometer.

Das Produkt $c\,d$ kann aus Tabelle IVa direkt entnommen werden.

Tabelle IV.

Tabelle über den Wassergehalt der Luft

bei verschiedenen Temperaturen.

Nach Flügge berechnet von H. Trillich.

In 1 cbm Luft g Wasserdampf.

Temperatur der Luft	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
— 20	1.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 15	1.57	1.58	1.60	1.61	1.62	1.64	1.66	1.67	1.68	1.69
— 14	1.70	1.71	1.73	1.74	1.76	1.77	1.78	1.80	1.81	1.82
— 13	1.84	1.85	1.87	1.89	1.90	1.91	1.93	1.94	1.95	1.96
— 12	1.97	1.98	2.00	2.01	2.03	2.04	2.05	2.07	2.08	2.10
— 11	2.13	2.15	2.16	2.18	2.20	2.21	2.23	2.25	2.27	2.28
— 10	2.30	2.32	2.34	2.36	2.38	2.39	2.41	2.43	2.45	2.47
— 9	2.49	2.51	2.53	2.54	2.56	2.58	2.60	2.62	2.63	2.65
— 8	2.67	2.69	2.71	2.73	2.75	2.77	2.80	2.82	2.84	2.86
— 7	2.88	2.90	2.93	2.95	2.97	2.99	3.02	3.04	3.06	3.09
— 6	3.11	3.13	3.16	3.18	3.21	3.23	3.26	3.28	3.31	3.33
— 5	3.36	3.38	3.41	3.43	3.46	3.48	3.51	3.53	3.56	3.58
— 4	3.61	3.64	3.67	3.70	3.73	3.75	3.78	3.81	3.84	3.87
— 3	3.90	3.93	3.96	3.99	4.02	4.07	4.07	4.10	4.13	4.16
— 2	4.19	4.22	4.26	4.29	4.32	4.35	4.39	4.42	4.45	4.49
— 1	4.52	4.55	4.59	4.62	4.66	4.69	4.73	4.76	4.80	4.83

Temperatur der Luft	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
. 0	4.87	4.90	4.94	4.97	5.01	5.04	5.07	5.11	5.14	5.18
+ 1	5.21	5.25	5.28	5.32	5.35	5.39	5.43	5.46	5.50	5.53
2	5.57	5.61	5.65	5.69	5.73	5.76	5.80	5.84	5.88	5.92
3	5.96	6.00	6.04	6.08	6.12	6.16	6.21	6.25	6.29	6.33
4	6.37	6.41	6.45	6.50	6.54	6.58	6.62	6.66	6.71	6.75
5	6.79	6.84	6.88	6.93	6.98	7.02	7.07	7.11	7.16	7.21
6	7.26	7.31	7.35	7.40	7.45	7.49	7.54	7.59	7.64	7.68
7	7.73	7.78	7.83	7.89	7.94	7.99	8.04	8.09	8.15	8.20
8	8.25	8.30	8.36	8.41	8.47	8.52	8.57	8.63	8.68	8.73
9	8.79	8.85	8.91	8.96	9.02	9.07	9.13	9.19	9.24	9.30
10	9.37	9.43	9.49	9.55	9.61	9.67	9.74	9.80	9.86	9.92
11	9.98	10.04	10.11	10.17	10.24	10.30	10.36	10.43	10.49	10.56
12	10.62	10.69	10.75	10.82	10.88	10.95	11.02	11.08	11.15	11.21
13	11.28	11.35	11.43	11.50	11.58	11.65	11.72	11.80	11.87	11.95
14	12.02	12.09	12.17	12.24	12.32	12.39	12.46	12.54	12.61	12.69
15	12.76	12.84	12.92	13.00	13.08	13.15	13.23	13.31	13.39	13.47
16	13.55	13.63	13.72	13.80	13.89	13.97	14.05	14.14	14.22	14.31
17	14.39	14.48	14.58	14.67	14.77	14.86	14.95	15.05	15.14	15.24
18	15.33	15.42	15.50	15.59	15.68	15.76	15.85	15.94	16.03	16.11
19	16.20	16.39	16.39	16.49	16.58	16.68	16.78	16.87	16.97	17.06
20	17.16	17.26	17.37	17.47	17.58	17.68	17.78	17.89	17.99	18.10
21	18.20	18.31	18.41	18.52	18.63	18.73	18.84	18.95	19.06	19.17
22	19.29	19.41	19.52	19.64	19.75	19.87	19.99	20.10	20.22	20.33
23	20.45	20.56	20.68	20.79	20.91	21.02	21.14	21.25	21.37	21.48
24	21.60	21.73	21.85	21.98	22.11	22.23	22.36	22.49	22.62	22.74
25	22.87	23.00	23.13	23.27	23.40	23.53	23.66	23.79	23.93	24.06
26	24.19	24.33	24.47	24.61	24.75	24.88	25.02	25.16	25.30	25.44
27	25.58	25.72	25.86	26.01	26.15	26.29	26.43	26.57	26.72	26.86
28	27.00	27.15	27.31	27.46	27.61	27.76	27.92	28.07	28.22	28.38
29	28.53	28.69	28.85	29.01	29.17	29.33	29.50	29.66	29.82	29.98
30	30.14	30 31	30.47	30.64	30.81	30.97	31.14	31.31	31.48	31.64
31	31.81	31.98	32.16	32.33	32.51	32.68	32.86	37.03	37.21	37.38
32	33.56	33.74	33.92	34.10	34.28	34.45	34.63	34.81	34.99	35.17
33	35.35	35.54	35.73	35.93	36.12	36.31	36.50	36.69	36.87	37.08
34	37.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IVa.

Psychrometerhilfstabelle

für das Produkt $c \times d$, wobei
$c = 0.65$.

$d =$ °Cels.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	Zehntelgrade									
0	.	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58
1	0.65	0.71	0.78	0.84	0.91	0.97	1.04	1.10	1.17	1.23
2	1.30	1.36	1.43	1.49	1.56	1.62	1.69	1.75	1.82	1.88
3	1.95	2.01	2.08	2.14	2.21	2.27	2.34	2.40	2.47	2.53
4	2.60	2.66	2.73	2.79	2.86	2.92	2.99	3.05	3.12	3.18
5	3.25	3.31	3.38	3.44	3.51	3.57	3.64	3.70	3.77	3.83
6	3.90	3.96	4.03	4.09	4.16	4.22	4.29	4.35	4.42	4.48
7	4.55	4.61	4.68	4.74	4.81	4.87	4.94	5.00	5.07	5.13
8	5.20	5.26	5.33	5.39	5.46	5.52	5.59	5.65	5.72	5.78
9	5.85	5.91	5.98	6.04	6.11	6.17	6.24	6.30	6.37	6.43
10	6.50	6.56	6.63	6.69	6.76	6.82	6.89	6.95	7.02	7.08
					$c = 0.56$					
0	.	0.05	0.11	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50
1	0.56	0.61	0.67	0.73	0.78	0.84	0.90	0.95	1.01	1.06
2	1.12	1.17	1.23	1.29	1.34	1.40	1.46	1.51	1.57	1.62
3	1.68	1.73	1.79	1.85	1.90	1.96	2.02	2.07	2.13	2.18
4	2.24	2.29	2.35	2.41	2.46	2.52	2.58	2.63	2.69	2.74
5	2.80	2.85	2.91	2.97	3.02	3.08	3.14	3.19	3.25	3.30

Kennt man den absoluten Wassergehalt der Luft, den man mittelst des Psychrometers erhält, so lassen sich alle anderen Werte leicht berechnen.

Beispiel:

Temperatur des trockenen Thermometers	(t)	30.0° C
„ „ feuchten „	(f)	20.2° C
d = Differenz beider Thermometer		9.8° C.

Nach Tabelle IV enthält die Luft bei der Temperatur des feuchten Thermometers f als Sättigungsmaximum 17.37 g Wasser in 1 cbm.

Die Formel $m = M - cd$ erhält daher folgende Werte:

$$m = 17.37 - 0.65 \times 9.8, \text{ woraus}$$
$$m = 17.37 - 6.37$$
$$= 11.$$

d. h. die absolute Feuchtigkeit der Luft ist 11 g pro 1 cbm oder die Luft enthält 11.0 g Wasser in 1 cbm.

Zur Berechnung des Sättigungsmaximums braucht man nur in Tabelle IV den Wassergehalt der Luft bei der Temperatur des trockenen Thermometers t aufzuschlagen, = 30.14.

Man kennt nun: Sättigungsmaximum bei 30° = 30.14 g
und absolute Feuchtigkeit bei 30° . . . = 11.00 g

Differenz zwischen beiden = Sättigungsdefizit 19.14 g

d. h. die bei 30° C untersuchte Luft kann noch 19.14 g Wasser pro 1 cbm aufnehmen.

Das Sättigungsmaximum der Luft ist 30.14,
die absolute Feuchtigkeit ist 11.0.

Es verhält sich daher Sättigungsmaximum zu absoluter Feuchtigkeit wie 30.14 : 11.0 = 100 : x

$$\text{woraus} \quad x = \frac{100 \times 11}{30.14}$$
$$= 36.5\ \%.$$

d. h. die relative Feuchtigkeit der Luft ist 36.5 %.

Die Konstante c ist abhängig von Barometerstand und Luftbewegung.

Die genauere Berechnung unter Berücksichtigung des Barometerstandes ergiebt jedoch gegenüber den nach obiger Formel erhaltenen Werten nur geringe Differenzen, welche für die hygienische Beurteilung nicht mehr in Betracht kommen.

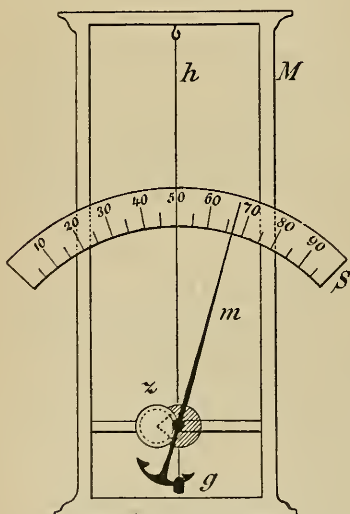
Über die genauere Berechnung siehe in Jelinek-Hann.: Meteorologische Tabellen und Jelinek: Psychrometertabellen.

In neuerer Zeit hat man auch sog. Schleuder- und Aspirationspsychrometer konstruiert, welche auf demselben Prinzip wie das Augustsche beruhen, jedoch davon in der Richtung abweichen, dass durch Bewegung der Thermometer selbst oder der Luft an ihnen vorbei ein gewisser Luftzug hergestellt wird, wodurch sich natürlich die Konstante c verändert und daher stets erst ermittelt werden muss.

Haar-hygrometer

Hygrometer, welche den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft angeben, sind die Haarhygrometer, wie sie zuerst von Saussure konstruiert, von Koppe*) verbessert worden sind. (Fig. 15.)

Fig. 15.



Ein eigens präpariertes Frauenhaar h ist in einem Messingrahmen M befestigt und wird durch ein Gewicht g straff gehalten. Das Haar läuft über eine Rolle z, an welcher ein Zeiger m sitzt, der an einer empirisch ermittelten Skala S den relativen Feuchtigkeitsgehalt in Prozent angiebt. Das Haar hat nämlich die Eigenschaft, sich in feuchter Luft auszudehnen, in trockener sich zusammenzuziehen. Zur Kontrollierung des Sättigungspunktes = 100 % ist der Apparat in ein Blechkästchen mit Glaswand einschliessbar, in das ein mit Wasser befeuchteter Musselinschieber eingesetzt werden kann. Man wartet bis der Zeiger konstant stehen bleibt und stellt ihn dann mittelst eines Schlüssels auf 100 % ein.

*) Preis 36 ℳ.

Stellt man das Instrument frei auf, so giebt es den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft genau an.

In Fig. 15 sind alle Skalenteile gleich. Diese Einteilung, wie sie von Saussure herrührt, ist nicht ganz richtig und ist deshalb beim Koppeschen Hygrometer durch eine richtige mit ungleichen Abständen ersetzt.

Haarhygrometer anderer Konstruktion sind die von Klinkerfuess und Lambert, die auf bifilarer Aufhängung beruhen, und das neu konstruierte Instrument von F. Schubert-Meran (80 ℳ), dessen Konstruktion noch Geheimnis ist.

Verbindet man mit der Ablesung der relativen Feuchtigkeit die Ablesung eines Thermometers, so sind absolute Feuchtigkeit und Sättigungsdefizit leicht zu berechnen,

z. B.: relative Feuchtigkeit 65 %,
Temperatur der Luft 20° C.

Das Sättigungsmaximum für 20° C ist nach Tabelle IV 17.16 g.

Von dieser Wassermenge enthält die Luft aber nur 65 %, oder in absolute Feuchtigkeit umgerechnet nach dem Ansatz:

$$100 : 65 = 17.16 : x$$

$$x = \frac{65 \times 17.16}{100}$$

$$= 11.15 \text{ g}$$

d. h. die Luft enthält in 1 cbm 11.15 g Wasserdampf.

Das Sättigungsdefizit ergiebt sich dann als Differenz

zwischen Sättigungsmaximum für 20° C = 17.16 g
und absoluter Feuchtigkeit bei 20° C = 11.15 g

zu 6.01 g,

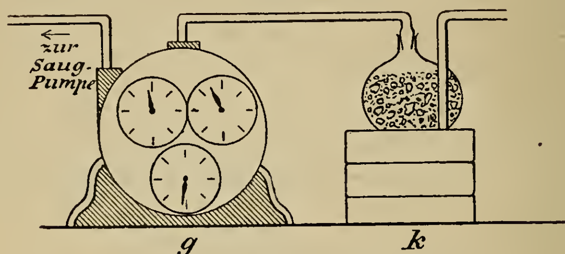
d. h. 1 cbm Luft kann bis zur vollen Sättigung mit Wasserdampf noch 6.01 g Wasserdampf aufnehmen.

Chemische Methode.

Chemische Methode

Die genaueste aber nur Mittelwerte für grössere Zeiträume liefernde Methode zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft ist die chemische: Überleiten eines gemessenen Luftvolums über ein Absorptionsmittel und Bestimmung der Gewichtszunahme desselben.

Fig. 16.



Als Absorptionsmittel für Wasserdampf dient konzentrierte Schwefelsäure, mit welcher Bimssteinstückchen getränkt werden. Diesen Schwefelsäurebimsstein füllt man in ein Absorptionskölbchen *k* (Fig. 16), wägt auf einer analytischen Wage und saugt nun mittelst eines Aspirators Luft durch das Kölbchen. Das Luftvolumen wird, nachdem es die Schwefelsäure passiert hat, durch eine Gasuhr *g* gemessen.

Das Absorptionskölbchen wird nach Beendigung des Versuches wieder gewogen, die Gewichtszunahme ist gleich g Wasser in der durchgeleiteten Luft.

Genaue Darstellung: Fresenius, Anleit. z. quant. chem. Analyse. VI. Aufl. II. Bd. 754.

Hygroskope

Zur qualitativen Anzeige der Änderung des Wasserdampfgehalts der Luft hat man ausserdem noch empirische Hygroskope für Laien hergestellt, die teils auf der Ausdehnung gewisser Körper, Stroh, Storchschnabelnadeln, den Wurzeln von Geraniumarten (Storchschnabel), Darmsaiten, teils auf der Farbenveränderung gewisser Salze

(Kobalt-, Nickel-, Chromsalze) bei einer Änderung des Wassergehalts der Luft beruhen. Diese Instrumente sind für wissenschaftliche Zwecke nicht brauchbar.

Die Aufstellung der Hygrometer hat wie die der Thermometer zu erfolgen, besonders muss für hinreichende Luftzufuhr bezw. Lufterneuerung gesorgt sein. Am besten bringt man die Instrumente für Messungen im Freien im Thermometergehäuse an.

Angabe des Feuchtigkeitsgehalts

Für hygienische Beurteilung eines Klimas hat die Angabe des Feuchtigkeitsgehalts der Luft nach dem Sättigungsdefizit einen viel grösseren Wert, als nach der relativen Feuchtigkeit oder nach dem absoluten Wassergehalt.

Man hat auch versucht, das Sättigungsdefizit in der Weise zu bestimmen, dass man die in einer gewissen Zeit von einer bestimmten Fläche verdunstende Wassermenge bestimmt und in mm Höhe ausdrückt (Verdunstungsmenge).

Verdunstungsmesser

Hiezu dienende Apparate heissen Atmometer oder Verdunstungsmesser (Evaporimeter, Siccimeter.)

Der einfachste ist das Verdunstungskästchen, ein quadratisches Blechkästchen von 1 qdm = 100 qcm Querschnitt und etwa 4 cm Höhe, das oben offen oder mit einem abnehmbaren weitmaschig gegitterten Deckel versehen ist.

Man füllt das Kästchen zu zwei Drittel der Höhe mit Wasser, wägt es so auf 0.1 g genau und stellt es dann an den Ort, an dem man die Verdunstungsmenge bestimmen will. Nach 24 Stunden wägt man das Kästchen wieder; der Gewichtsverlust ist gleich dem verdunsteten Wasser.

Man dividiert nun die Anzahl der Gramme verdunsteten Wassers durch die Grundfläche und erhält die Verdunstungsmenge in cm Höhe. Durch Multiplikation mit 10 wandelt man diese in mm um.

Zum Beispiel:

Kästchen am 24. Mai mit Wasser 675 g
" " 25. Mai " " 582 g (nach 24 Std.)

Verdunstetes Wasser 93 g = 93 ccm Wasser.

$$\text{Verdunstungsmenge} = \frac{93 \text{ ccm}}{100 \text{ qcm}} = 0.93 \text{ cm} = 9.3 \text{ mm}.$$

Die direkte Ablesung des verdunsteten Wassers in mm gestattet das Verdunstungsmesser von Lamont. (Wochenbericht der Münchener Sternwarte 1868 No. 158.)

Beide Apparate müssen so aufgestellt sein, dass die Luft von allen Seiten Zutritt hat, die direkten Sonnenstrahlen und Regen aber abgehalten werden.

Neuerdings hat Ebermayer einen Verdunstungsmesser konstruiert, der unter allen äusseren Verhältnissen (Regen, Schnee, Sturm u. s. w.) die Menge des verdunsteten Wassers zu bestimmen gestattet. Die Beschreibung dieses Apparates ist jedoch noch nicht veröffentlicht.

Regenmesser.

Regenmesser

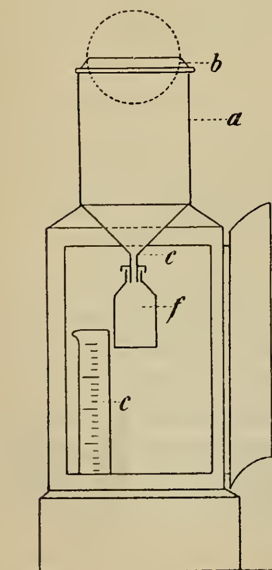


Fig. 17.

Die regelmässige Bestimmung der in gewissen Zeiträumen fallenden Regenmenge bietet meteorologisch und hygienisch grosses Interesse. Zu dieser Bestimmung dienen die Regenmesser oder Ombrometer. (Fig. 17.)

Der Regen wird in einem cylindrischen Blechgefäss *a* mit einer kreisrunden Auffangfläche von 500 qcm = $^1/_{20}$ qm aufgefangen. Das Gefäss selbst besitzt einen etwas grösseren Durchmesser als die Auffangfläche und ist also oben etwas konisch verjüngt *b*,

um ein Zurückschlagen des Regens zu verhindern, unten läuft es in einen Trichter aus. Der eingefallene Regen läuft durch ein Röhrchen *c* in eine Blechflasche *f*, die mittelst Bajonettverschluss am Auffanggefäss angebracht ist und eine Wiederverdunstung des Regens verhindert.

Das in der Flasche *f* angesammelte Wasser wird in den Beobachtungsstunden in einen Messcylinder *c* gegossen, der Menge nach gemessen und in mm Höhe umgerechnet.

Zum Beispiel:

In 24 Stunden betrug die Regenmenge 223 ccm, die Auffangfläche ist 500 qcm, also die Regenhöhe $= \frac{223 \text{ ccm}}{500 \text{ qcm}}$ $= 0.446$ cm $= 4.46$ mm Regenhöhe.

Die den Ombrometern beigegebenen Messcylinder geben die Regenhöhe direkt in mm an.

Zur Messung der gefallenen Schneemenge wird das Instrument in ein Zimmer gebracht, der Schnee geschmolzen und die Menge des Schneewassers wie Regen gemessen.

Die Aufstellung der Ombrometer muss so erfolgen, dass ein Zurückschleudern des Regens von hohen Gegenständen oder vom Boden her unmöglich ist und ausserdem keine Abhaltung des bei Wind fallenden Niederschlages durch höhere Objekte stattfinden kann. Zumal die korrekte Durchführung der Schneemessung erfordert das Vorhandensein zweier Instrumente.

Die Auffangfläche muss mindestens 1.4 m vom Boden entfernt, ebenso gross muss die Entfernung der beiden Ombrometer sein. Auf Dächern dürfen die Ombrometer nicht aufgestellt werden.

Als Beobachtungsstunde hat man 8 Uhr morgens und 8 Uhr abends gewählt und giebt also die in 12 Stunden gefallene Regenmenge in mm Höhe an.

IV.

Bestimmung der Luftbewegung und Windrichtung.

1. Die qualitative Prüfung auf das Vorhandensein einer Luftbewegung erfolgt in geschlossenen Räumen durch eine Kerzenflamme, die aus ihrer Vertikalrichtung abgelenkt wird, durch Rauch, durch feine Luftballons u. s. w. Alle diese Mittel versagen aber, wenn die Luftgeschwindigkeit unter 0.2 m pro Sekunde sinkt.

Im Freien prüft man mittelst Gefühl oder mittelst Windfahnen und Wimpeln.

2. Zur ungefähren Schätzung des Windes kann man sich der Beaufortschen 12grädigen Skala (Tabelle V) bedienen:

Tabelle V.

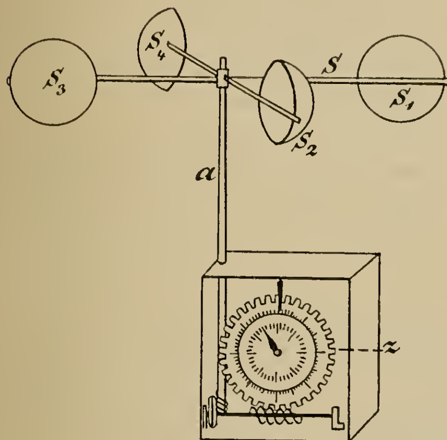
Beauforts Grad	Bezeichnung	Geschwindigkeit m pro Sek.	Winddruck kg pro qm	Wirkung des Windes
0	Windstille	1.5	0.3	Der Rauch steigt gerade empor, kein Blättchen bewegt sich.
1	.	3.5	1.5	
2	Schwach	6.0	4.4	Für das Gefühl bemerkbar, bewegt einen Wimpel oder leichte Blätter.
3	.	8.0	7.8	
4	Mässig	10.0	12.2	Streckt einen Wimpel, bewegt die Blätter und kleineren Zweige der Bäume.
5	.	12.5	19.0	
6	Frisch	15.0	27.4	Bewegt grössere Zweige der Bäume.
7	.	18.0	40.0	
8	Stark	21.5	56.0	Bewegt die ganzen Äste und die schwächeren Stämme, hemmt das Gehen im Freien.
9	.	25.0	76.0	
10	Sturm	29.0	103 0	Rüttelt die ganzen Bäume, bricht Äste und mässige Stämme, entwurzelt kleine Bäume.
11	.	33.5	137.0	
12	Orkan	40	195.0	Deckt Häuser ab, wirft Schornsteine um, bricht und entwurzelt grosse Bäume.

3. Zur Messung der Geschwindigkeit der Luft dienen die Windgeschwindigkeitsmesser oder Anemometer. Anemometer

1. Anemometer.

Zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit im Freien dient das Schalenkreuz-Anemometer von Robinson. (Fig. 18.*) An einer gemeinschaftlichen vertikalen Axe a, welche mittelst einer „Schraube ohne Ende“ in ein Zählwerk z eingreift, befindet sich ein horizontales Kreuz S, dessen vier Enden halbkugelförmige Schalen von dünnem Blech tragen. S_1 S_2 S_3 S_4. Der Wind kann nun von einer beliebigen Seite kommen, er wird immer eine hohle Schale treffen und daher immer eine Bewegung des Schalenkreuzes in ein- und derselben Richtung ausführen. Der Durchmesser des Kreuzes ist so gewählt, dass der Mittelpunkt einer Schale bei einer vollen Umdrehung genau 1 m zurücklegt. Schalenkreuz-Anemometer

Fig. 18.



Das Zählwerk registriert die Zahl der Umdrehungen, die mittelst Korrektionsformeln auf Weglänge umgerechnet werden.

Man macht die Ablesungen alle 24 Stunden morgens 8 Uhr; das Anemometer selbst ist so aufzustellen, dass

*) R. Fuess, Berlin SW. Preis 150 ℳ.

es von allen Seiten frei dem Wind ausgesetzt ist. Behufs bequemeren Ablesens sind auch elektrisch registrierende Anemometer (Osnaghi) konstruiert worden.

Flügelrad-Anemometer

Wenn die Luftbewegung immer in einer Richtung stattfindet, wie z. B. in Ventilationsschächten, so kann man sich zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Flügelrad-Anemometer bedienen. Dieselben werden je nach ihrer Konstruktion unterschieden in

Dynamische Anemometer

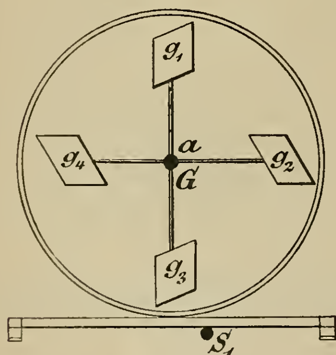
a) dynamische Anemometer, bei welchen der Wind ein leichtes Flügelrad mit Zählwerk in Bewegung setzt; aus der Zahl der Umdrehungen kann die Weglänge berechnet werden;

Statische Anemometer

b) statische Anemometer, bei welchen die Stärke des Windes durch den Druck gemessen wird, den er auf eine Feder ausübt. Aus der Grösse des Ausschlags wird dann die Geschwindigkeit berechnet.

Die gebräuchlicheren Anemometer sind die dynamischen, insbesondere die von Combes und Recknagel.

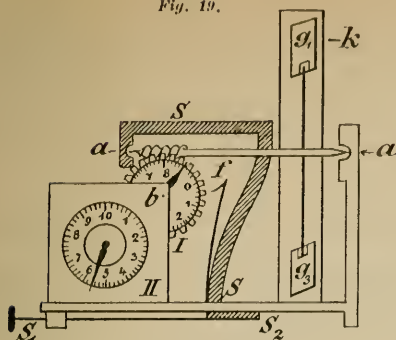
Fig. 19.



Rückansicht.

Bei diesen Instrumenten setzt der Luftstrom ein Flügelrad *G* (Fig. 19) in Bewegung, welches aus vier an einem Kreuz befestigten Glimmerplättchen ($g_1\, g_2\, g_3\, g_4$) besteht. Diese Plättchen befinden sich gegenüber dem Kreuz in einer schwachen Schiefstellung und sind durch einen festen Metallstreifen *k* vor Verletzung geschützt.

Die Bewegung des Flügelrades wird durch eine Axe


Fig. 19.
Seitenansicht.

mit einer Schraube ohne Ende *aa* auf ein Zählwerk (*I II*) übertragen.

Um jedoch den Luftstrom nur eine gewisse Zeit lang auf das Flügelrad wirken zu lassen, besitzen die Anemometer Ausschaltvorrichtungen.

Bei dem Anemometer von Combes (Fig. 19) besteht dieselbe aus einem Hebel $S\,S$, welcher durch die Schieberstange $S_1\,S_2$ bewegt wird. Zieht man nemlich $S_1\,S_2$ vor, so wird die Axe *a a* von dem Zahnrad *I* abgehoben, es wird also die Bewegung des Flügelrades nicht mehr auf das Zählwerk übertragen.

Gleichzeitig wird beim Vorziehen von $S_1\,S_2$ die Bewegung des Zahnrades *I* durch die Feder *f* gehemmt.

Schiebt man dagegen $S_1\,S_2$ zurück, so greift die Axe *aa* wieder mit ihrer Schraube in das Zahnrad *I* ein, die Feder *f* springt zurück und die Umdrehungen des Flügelrades werden wieder gezählt.

Bei dem Anemometer von Recknagel wird die Bewegung des Flügelrades selbst durch eine Schiebesteuerung gehemmt und damit auch das Zählwerk.

Die neueren Instrumente Recknagels besitzen gleichzeitig eine Sekundenuhr, welche durch die Schiebesteuerung gleichzeitig mit dem Flügelrad in Bewegung gesetzt und ausgeschaltet werden kann.

Das Zählwerk besteht gewöhnlich aus einem Zahnrad (Fig. 19 *I*), welches die Ablesung der Einer und Zehner (*I* hat 100 Zähne) gestattet, und einem Zifferblatt *II* für die Hunderter und Tausender. *II* ist auf einer Metallscheibe *b* befestigt, hinter der die Zahnrad-Übersetzung 1 : 10 von *I* zum Zeiger von *II* sich befindet.

Steht z. B. der Zeiger für das Rad *I* (in Fig. 19 ein feststehender Stift) zwischen 9 und 10 beim zweiten Zahn, der Zeiger für das Rad *II* aber zwischen 5 und 6 beim siebenten Zahn, so hat man abzulesen:

Rad *II*	. . .	5700
Rad *I*	. . .	92
	i. S.	5792 = Stand des Anemometers.

Man misst somit mittelst des Anemometers die Zahl der Umdrehungen des Flügelrades. Diese Grösse muss nun in m umgesetzt werden, d. h. man hat zu ermitteln, wie viel m Weg des Windes eine gewisse gezählte Anzahl Umdrehungen des Flügelrades entspricht.

Hiebei ist zu bedenken, dass der vom Flügelrad zurückgelegte Weg, d. i. Umfang des Kreises × Zahl der Umdrehungen nicht gleich ist dem vom Wind zurückgelegten Weg, weil

a) das Instrument überhaupt erst durch einen Luftstrom von gewisser Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt wird, oder was dasselbe ist, weil der Wind erst das Trägheitsmoment überwinden muss,

b) weil jeder einzelnen Umdrehung ein Reibungswiderstand entgegengesetzt wird.

Bei der Ingangsetzung des Instrumentes wird sonach erst das Trägheitsmoment überwunden, — diese vom Instrumente nicht gezählte Windgeschwindigkeit muss somit vor allem zu der gemessenen addiert werden.

Ferner wird bei jeder Umdrehung infolge des Reibungswiderstandes eine etwas kleinere Geschwindigkeit angezeigt, als der Wind wirklich hat, die Zahl der Umdrehungen muss daher mit einer Zahl, dem Reibungskoëffizienten, multipliziert werden, welche diese Differenz ausgleicht.

Die Ermittlung des Trägheitsmomentes (a) und des Reibungskoëffizienten (b) erfolgt auf experimentellem Weg durch das Aichen der Anemometer, indem man die

geringste Luftgeschwindigkeit ermittelt, welche das Anemometer in Bewegung setzt (Trägheitsmoment) und dann das Anemometer einen Weg von genau bekannter Länge durchlaufen lässt und damit die Angabe des Anemometers berichtigt.

Zu beiden Messungen dient der Voitsche Aichapparat.

Die auf diese Weise ermittelten Korrekturen werden dem Anemometer als Formel beigegeben, sie erfordern jedoch von Zeit zu Zeit eine Nachprüfung.

Bezeichnet man

das Trägheitsmoment mit a,
den Reibungskoëffizienten mit b und die
Zahl der Umdrehungen in einer Sekunde mit n,

so ist die vom Luftstrom in einer Sekunde zurückgelegte Weglänge

$$v = a + b \times n \text{ Meter pro Sekunde.}$$

Die Bestimmung der Geschwindigkeit der Luft wird folgendermassen ausgeführt:

Man liest den Stand des Anemometers ab, z. B. 2382, arretiert das Flügelrad und bringt es an Ort und Stelle. Nun beobachtet man die Uhr, schaltet ein und lässt genau 1 Minute = 60 Sekunden laufen, schaltet aus und liest wieder ab, z. B. 6200.

Das Flügelrad hat also in 60 Sek. 6200 — 2382 = 3818 Umdrehungen gemacht,
also in einer Sekunde 3818 : 60 = 63,5 Umdrehungen.

Diese Zahl setzt man für n in die Formel des Instrumentes ein und erhält dann die Weglänge, d. h. die Geschwindigkeit der Luft in einer Sekunde.

Zum Beispiel:

Formel des Instrumentes $v = 0.144 + 0.07 \times n$.
für n wie eben ermittelt 63.5 eingesetzt, giebt

$$v = 0.144 + 0.07 \times 63{,}5$$
$$= 0.144 + 4.445$$
$$= 4.589 \text{ m pro Sekunde;}$$

die Luft hat eine Geschwindigkeit von 4.589 m in der Sekunde.

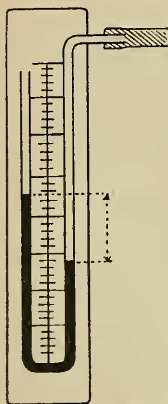
2. Manometer.

Manometer

Zur Messung der Luftbewegung können auch Manometer verwendet werden. Dieselben bestehen in ihrer einfachsten Gestalt aus einem U-förmig gebogenen, überall genau gleich weiten, beiderseits offenen Glasrohr, das zur Hälfte mit Sperrflüssigkeit, Wasser, Petroleum, Quecksilber, gefüllt wird. Das U-Rohr ist auf einer Millimeterskala befestigt. (Fig. 20.)

Nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren steht die Flüssigkeit in beiden Schenkeln des U-Rohrs gleich hoch, wenn der Druck der Luft auf die Öffnungen beider Schenkel gleich ist.

Fig. 20.



Übt aber die Luft nur auf eine Schenkelöffnung oder einen daran angesetzten Schlauch eine Saug- oder Druckwirkung, so wird das Gleichgewicht gestört, die Flüssigkeit stellt sich in dem einen Schenkel, der mit der wirksamen Luft in Verbindung steht, bei Saugwirkung höher, bei Druckwirkung tiefer als in dem andern Schenkel und die Differenz des Standes der Flüssigkeit in beiden Schenkeln in mm Höhe Sperrflüssigkeit ausgedrückt, ist zunächst ein Mass für die saugende oder pressende Kraft der Luft, aus welcher dann auf die Stärke der Luftbewegung geschlossen werden kann. Hiebei entsteht eine bleibende Einstellung, wenn der Zustand der wirksamen Luft gleich bleibt,

während Schwankungen eintreten, wenn jener Zustand wechselt.

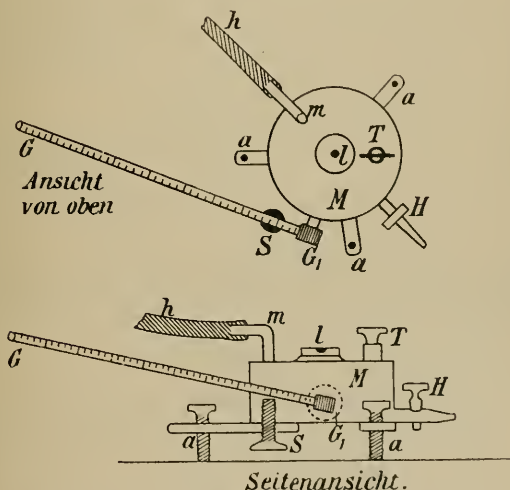
Die Empfindlichkeit der Manometer kann erheblich gesteigert werden, wenn man dem einen Schenkel eine von der Vertikalen abweichende Lage giebt.

Differenzialmanometer von Recknagel

Das beste Instrument dieser Art ist das Differenzialmanometer von Recknagel.*) (Fig. 21.)

Dasselbe besteht aus einem Metallcylinder M mit 100 mm lichtem Durchmesser, der mittelst Stellschrauben $a\,a\,a$ genau horizontal gestellt werden kann, was durch das Einspielen einer auf dem Metallcylinder befindlichen Libelle l genau ersichtlich ist.

Fig. 21.



Der Metallcylinder M besitzt ausserdem einen Tubus T zum Einfüllen und einen Hahn H zum Ablassen der Flüssigkeit, hier Petroleum.

Der Metallcylinder M ist nun der eine Schenkel des Manometers; er steht durch eine bewegliche Metall-

*) Bezugsquelle: C. Stollnreuther & Sohn in München. Preis 70 ℳ.

hülse G_1 mit dem zweiten Schenkel in Verbindung, der durch eine 2—3 mm weite, in mm geteilte, vorn offene Glasröhre *G* von 250 mm Länge gebildet wird. Dieser Glasröhre kann man mittelst einer Schraube *S* verschiedene Neigung gegen die Horizontale geben, wodurch man im stande ist, das Instrument verschieden empfindlich einzustellen.

Durch einen Tubus *m* und einen dichten, reinen Gummischlauch *h* steht der Metallcylinder *M* in Verbindung mit der Luft.

Aichung des Instruments.

Man füllt den Metallzylinder *M* mit Petroleum von bekanntem spezifischem Gewicht, so dass das Petroleum oben im Glasrohr *G* sichtbar wird. Das Glasrohr *G* ist mittelst der Schraube *S* in eine bestimmte, und nun fest beizubehaltende Schieflage gebracht.

Man wägt nun ein mit Petroleum gefülltes Kölbchen nebst Trichter, giesst eine beliebige Menge durch den Tubus *T* in den Metallcylinder und wägt das Kölbchen mit Trichter und dem Rest des Petroleums zurück.

Man liest dann den neuen Stand des Petroleums in der Glasröhre *G* ab.

Ist p = Gramm eingegossenes Petroleum,
n = Millimeter Steigung des Petroleums in *G*,
q = Quadratcentimeter Querschnitt von *M* (78.5 qcm), so ist

je 1 mm Steigung des Petroleums in *G*

$$= 1 \times \frac{10 \times p}{n \times 9} \text{ mm Wasser vertikal.}$$

Werden nicht die Aichung und alle späteren Messungen bei derselben Temperatur vorgenommen, so ist eine Korrektur für die durch die Temperaturänderung hervorgerufene Änderung des spezifischen Gewichtes des Petroleums auszuführen.

Je 1⁰ Temperaturänderung ändert das spezifische Gewicht des Petroleums um 0.0007 und zwar bewirkt Temperaturerhöhung eine Verminderung, Temperaturverminderung eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes.

Man korrigiert in der Weise, dass man die früher gefundene Korrektionszahl multipliziert mit dem Quotienten

$$\frac{\text{Spez. Gewicht berechnet für die Messung}}{\text{Spez. Gewicht gefunden bei der Aichung.}}$$

Beispiel einer Aichung und Temperaturkorrektur:

Spez. Gewicht des Petroleums 15⁰ C 0.807
Stand des Petroleums im Glasrohr G 2.1 mm.

Es wurde nun gewogen:

Kölbchen + Trichter + Petroleum vor d. Eingiessen	16.4 g
„ + „ + „ nach „ „	—14.8 g
Eingegossenes Petroleum	1.6 g.

Stand in G nach dem Eingiessen des Petrol.	8.7 mm
„ „ „ vor „ „ „ „	2.1 mm
Steigung in mm	6.6 mm.

Welcher vertikalen Wassersäule in mm entspricht nun diese Steigung des Petroleums in G um 6.6 mm?

Je 1 mm Steigung entspricht, da $p = 1.6$ g
$n = 6.6$ mm
$q = 78.5$ qcm

$$\frac{10 \times 1.6}{6.6 \times 78.5} \text{ mm vertik. Wassersäule} = 0.0308 \text{ mm.}$$

Die Temperatur während der Aichung sei 15⁰ C gewesen.

Ist nun bei einer späteren Messung die Temperatur 10⁰, so ist das spezifische Gewicht des Petroleums nicht mehr 0.8070, sondern höher.

Für je 1⁰ weniger Wärme beträgt die Erhöhung 0.0007, folglich für 5⁰ weniger Wärme

$$5 \times 0.0007 = 0.0035.$$

Das spez. Gewicht des Petroleums ist somit 0.8070
+ 0 0035
= 0.8105.

Die Reduktionszahl 0.0308 $\left(= \frac{10 \times 1.6}{6 6 \times 78.5}\right)$ ist dann zu multiplizieren mit

$$\frac{0.8105}{0.8070} = 1.0043, \text{ also}$$

$$0.0308 \times 1.0043 = 0.0309; \text{ d. h.}$$

bei 10⁰ C ist 1 mm Steigung im Rohr *G* gleich
0.0309 mm vertikaler Wassersäule.

Behufs Ausführung einer Messung*) stellt man das Instrument möglichst erschütterungsfrei horizontal auf, liest den Stand in der Glasröhre *G* ab, führt einen dichten Gummischlauch an den Ort, an dem man die Wirkung der Luft messen will und liest den neuen Stand des Petroleums in *G* ab. Liegt dieser Ort tiefer oder höher als der Standort des Instrumentes, so hat man einige Zeit zu warten, bis die Luft im Schlauch dieselbe Temperatur wie die umgebende Luft angenommen hat.

Aus der Differenz der Petroleumstände vor und nach dem Versuch und der Temperatur des Instrumentes berechnet man dann die Druckdifferenz der Luft, ausgedrückt in mm einer vertikalen Wassersäule, der sie das Gleichgewicht hält.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Luft bedarf man einer kleinen Vorrichtung an der Ausmündung des Schlauches *h*. Ein rundes Metallplättchen von 4 mm Durchmesser und 1.5 mm Dicke erhält in der Mitte eine 1.2 mm tiefe Bohrung von 1 mm Durchmesser. Eine zweite eben so weite Bohrung läuft vom Rande zur Mitte und enthält ein Röhrchen luftdicht eingepasst, das mit dem Schlauch *h* in Verbindung steht.

---

*) Neue Methode: nach gütigst zur Verfügung gestellter Mitteilung des Herrn Professors Recknagel.

Man bringt diese Vorrichtung in den Luftstrom an diejenige Stelle, an welcher man die Geschwindigkeit messen will, wendet zunächst die zentrale Bohrung der Stromrichtung gerade entgegen und notiert den beobachteten Überdruck mit dem Vorzeichen (+), etwa beobachteten Minderdruck mit dem Vorzeichen (—). Hierauf dreht man das Blättchen um, so dass die zentrale Bohrung gerade vom Strom abgewendet ist und notiert den beobachteten Minderdruck mit dem Vorzeichen (+), etwa beobachteten Überdruck mit dem Vorzeichen (—). Die beiden Beobachtungen werden nun ihrem Vorzeichen gemäss mit einander verbunden und die erhaltene (stets positive) Zahl auf vertikale mm Wasser umgerechnet. Gleichzeitig liest man Barometerstand und Temperatur des Luftstroms ab.

Die grösste Geschwindigkeit v in dem Querschnitte, in dem das Plättchen steht, ist dann

$$v = 3.784 \sqrt{\frac{w}{s}}$$ Meter pro 1 Sekunde, worin

s das Gewicht von 1 cbm einströmender Luft in kg. w die beobachteten vertikalen mm Wasser bezeichnet.

s ergiebt sich aus der beifolgenden Tabelle VI nach Ablesung von Barometerstand und Temperatur.

Gewicht eines Kubikmeters

Barometer-

Temperatur		mm 700	mm 705	mm 710	mm 715	mm 720	mm 725	mm 730	mm 735
	0° C	1191	1200	1208	1217	1225	1234	1242	1251
	2	1182	1191	1199	1208	1216	1225	1233	1242
	4	1174	1182	1190	1199	1207	1216	1224	1233
	6	1165	1174	1182	1191	1199	1207	1215	1224
	8	1157	1165	1173	1182	1190	1198	1206	1215
	10	1149	1157	1165	1174	1182	1190	1198	1206
	12	1141	1149	1157	1166	1174	1182	1189	1197
	14	1133	1141	1149	1158	1166	1174	1181	1189
	16	1125	1133	1141	1150	1158	1166	1173	1181
	18	1117	1125	1133	1142	1150	1158	1165	1173
	20	1110	1118	1126	1134	1142	1150	1157	1165
	22	1102	1110	1118	1126	1134	1142	1149	1157
	24	1095	1103	1110	1118	1126	1134	1141	1149
	26	1087	1095	1103	1111	1118	1126	1134	1142
	28	1080	1088	1095	1103	1110	1118	1126	1134
	30	1073	1081	1088	1096	1103	1111	1119	1127

Tabelle VI.

Luft in Grammen.

stand

mm 740	mm 745	mm 750	mm 755	mm 760	mm 765	mm 770	mm 775	mm 780	Differenzen für 1 Millimeter
1259	1268	1276	1285	1293	1302	1310	1319	1327	1,7
1250	1259	1267	1275	1283	1292	1300	1309	1317	1,7
1241	1250	1258	1266	1274	1283	1291	1300	1308	1,7
1232	1241	1249	1257	1265	1274	1282	1290	1298	1,7
1223	1232	1240	1248	1256	1265	1273	1281	1289	1,7
1214	1223	1231	1239	1247	1256	1264	1272	1280	1,6
1205	1214	1222	1230	1238	1247	1255	1263	1271	1,6
1197	1206	1214	1222	1230	1238	1246	1254	1262	1,6
1189	1197	1205	1213	1221	1229	1237	1245	1253	1,6
1181	1189	1197	1205	1213	1221	1228	1236	1244	1,6
1173	1181	1189	1197	1205	1213	1220	1228	1236	1,6
1165	1173	1181	1189	1197	1205	1212	1220	1227	1,6
1157	1165	1173	1181	1189	1197	1204	1212	1219	1,5
1149	1157	1165	1173	1181	1189	1196	1204	1211	1,5
1141	1149	1157	1165	1173	1181	1188	1196	1203	1,5
1134	1142	1149	1157	1165	1173	1180	1188	1195	1,5

Beispiel:*) Barometerstand = 710 mm
Thermometer = 18° C
Ablesungen am Differentialmanometer = 8 mm.
a) zugewendet 0
b) abgewendet + 8 mm
Temperatur des Petroleums 16°.

Da nach Seite 47 1 mm Petroleumsteigung
= 0.0308 mm vertikaler Wasserdruck,
sind 8 mm Petroleumsteig. = 0.2464 mm Wasser vertikal.

Die Luftgeschwindigkeit v ist nun an der Stelle, an welcher das Plättchen steht

$$v = 3.874 \sqrt{\frac{0.2464}{1.133}} \text{ m in 1 Sekunde.}$$

(1 cbm Luft wägt bei 710 mm und 18° C nach der Tabelle VI 1133 g = 1.133 kg.)

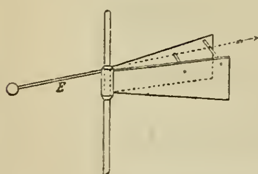
$$v = 3.874 \sqrt{0.2175}$$
$$= 3.874 \,.\, 0.4663$$
$$= 1.81 \text{ m in 1 Sekunde.}$$

3. Windfahnen.

Windfahnen

Zur Bestimmung der Windrichtung dienen die Windfahnen oder an deren Stelle Wimpel. Die beste Konstruktion ist jene, bei welcher zwei senkrecht stehende Metallblätter unter einem spitzen Winkel zu einander an einer Axe befestigt sind (Fig. 22). Die Windrichtung wird dann durch eine Eisenstange E angezeigt, welche den Winkel beider Seiten halbiert.

Fig. 22.



*) Das Beispiel entspricht dem Falle, in welchem ein Luftstrom, der sich aus ruhiger Luft in ein geheiztes Rohr entwickelt, an der Stelle des Querschnittes gemessen wird, wo die Geschwindigkeit am grössten ist.

Zur Bezeichnung der Windrichtung dient die Windrose, die in 4 Haupt- und 32 Unterabteilungen geteilt ist. Windrose

Die international vereinbarte Bezeichnungsweise ist:

N	für	Nord	S	für	Süd
NNE	„	Nordnordost	SSW	„	Südsüdwest
NE	„	Nordost	SW	„	Südwest
ENE	„	Ostnordost	WSW	„	Westsüdwest
E	„	Ost	W	„	West
ESE	„	Ostsüdost	WNW	„	Westnordwest
SE	„	Südost	NW	„	Nordwest
SSE	„	Südsüdost	NNW	„	Nordnordwest.

Bewölkung.

Die Stärke der Bewölkung wird in 10 Graden ausgedrückt, wovon 0 = wolkenlos, Bewölkung
10 = völlig bedeckt.

Die bayerischen Wetterkarten geben die Stärke der Bewölkung durch verschieden grosse Ausfüllung von Kreisen, also

○ wolkenlos = 0 ◕ zu dreiviertel bedeckt = 7
◑ halb bedeckt = 5 ● ganz bedeckt = 10.

Die Wolkenformen werden folgendermassen unterschieden: Wolkenformen

1. die Federwolke, Cirrus, leichte, fedrige Wolken in den höchsten Luftregionen (4000 m), aus Eisnadeln bestehend (Ci);
2. die Haufwolken, cumulus, geballte Formen in Höhen von 500—2000 m (Cu);
3. die Schichtwolken, stratus, weithin gestreckte Wolkenformen, Bänke, meist horizontal (St);
4. die Regenwolke, nimbus, ein Gemisch der ersteren, aber nur in Höhen bis 500 m und von grauer Farbe (N).

Dazwischen kommen noch Zwischenformen vor, wie
Cirro stratus, geschichtete Federwolken (CiSt),
Cirro cumulus, Schäfchenwolken (CiCu) etc.

Form der Niederschläge.

Form der Niederschläge

Der Form nach unterscheiden sich die Niederschläge in Regen, Schnee, Hagel, Graupeln, Thau und Reif; für diese und andere meteorologische Erscheinungen hat man folgende Zeichen vereinbart:

●	Regen	⌂	Thau
✱	Schnee	⌴	Reif
▲	Hagel	✢	Schneegestöber
△	Graupeln	⚡	Gewitter
≡	Nebel	<	Wetterleuchten.

Darstellung der Beobachtungen.

Darstellung der Beobachtungen

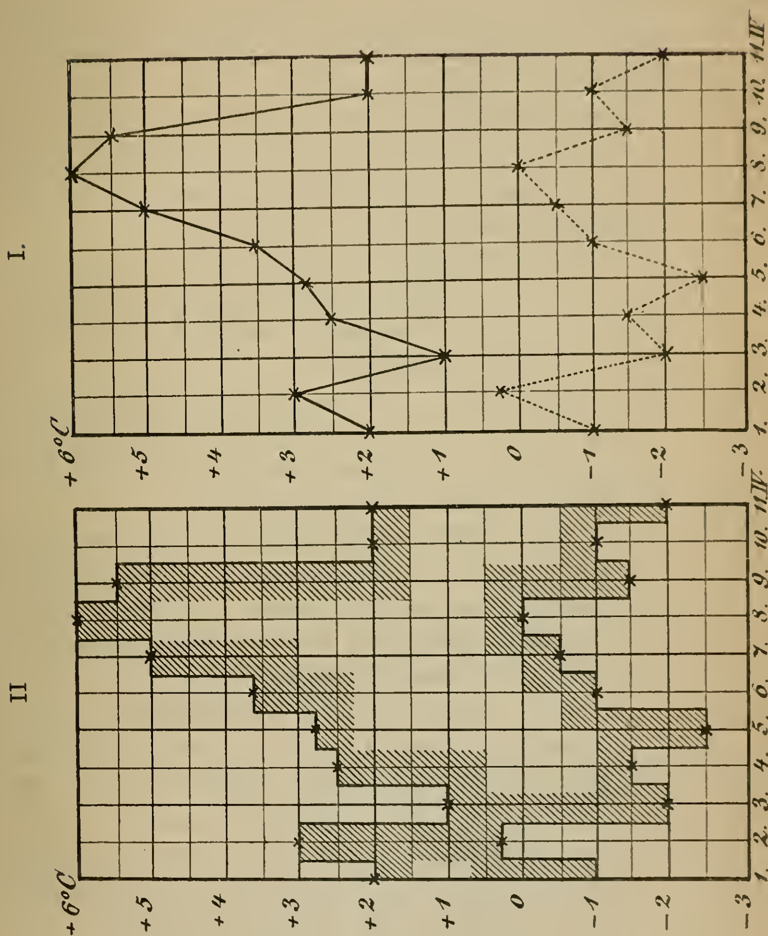
Die Resultate der meteorologischen Beobachtungen können tabellarisch oder graphisch dargestellt werden. Die bayerischen Stationen benützen äusserst zweckmässige Monats- und Jahrestabellen, die sich aus den täglichen Beobachtungen zusammensetzen. Man nimmt nämlich die Mittel von je 5 Tagen und berechnet daraus Monats- und Jahresmittel.

Sehr übersichtlich ist die graphische Darstellung der Resultate, welche durch Anlage von Kurven oder Ausfüllung von Quadraten ausgeführt werden kann.

Die Anlage dieser graphischen Tabellen dürfte aus den Figuren 23 I und II klar ersichtlich sein.

Dieselben zeigen den Gang der Maximal- und Minimaltemperatur vom 1. bis 11. April und zwar I in Kurvenform, II durch Ausfüllung der entsprechenden Quadrate.

Fig. 23.



Witterungsprognose

nach Dr. C. Lang.

Witterungsprognose

Aus der Beobachtung der meteorologischen Erscheinungen haben sich die folgenden Sätze ergeben, welche ihrerseits einen gewissen Schluss auf die Änderung des Wetters zulassen:

1. die Beschaffenheit des Wetters ist abhängig von der Windrichtung.
2. die Windrichtung ist abhängig vom Luftdruck, der selber abhängt von
   a) Höhenlage des Ortes,
   b) spezifischer Schwere der Luft an und für sich,
   c) dem Wassergehalt der Luft,
   d) der Temperatur.

   Der Einfluss der verschiedenen Temperatur des Quecksilbers wird durch Reduktion aller Barometerstände auf 0^0 eliminiert, ebenso der der Höhenlage durch Reduktion auf Meeresniveau.

   Man bildet sich nun eine weite Himmelsschau, indem man die telegraphischen Mitteilungen der Stationen des ganzen Erdteils in Karten einträgt und sich dadurch ein Bild der momentanen Luftdruck- und Wetterverteilung verschafft.

   Isobare — Isothermen

   Orte, welche gleichen Barometerstand besitzen, werden durch eine Linie, die Isobare, verbunden, ebenso Orte mit gleicher Temperatur durch Isothermen.

3. Die Luft fliesst von einem Gebiete mit hohem Barometerstand nach einem solchen mit niedrigem oder von einem Maximalgebiet (Anticyklone) zu einem Minimalgebiet (Cyklone, Depression).
4. Diese Bewegung ist um so rascher, je grösser der Luftdruckunterschied (das Gefälle, der Gradient) zwischen zwei benachbarten Orten ist.

5. Diese Bewegung findet nicht senkrecht zu den Isobaren statt, sondern infolge der Erddrehung so, dass der Beobachter (auf der nördlichen Halbkugel) wenn er den Wind im Rücken hat, das Minimalgebiet links seitwärts vor sich, das Maximalgebiet rechts seitwärts hinter sich hat.
6. Die Witterung in einem Maximalgebiet ist beständig trocken und heiter, in einem Minimalgebiet aber unbeständig, trübe und regnerisch.
7. Die Maximalgebiete ändern in Europa ihre Lage und Form nur langsam, die Minimalgebiete bewegen sich stets und zwar in der unter 8 bezeichneten Weise.
8. Die Minimalgebiete lassen bei ihrer Wanderung die Maximalgebiete beinahe immer auf der rechten Seite ihres Weges.
9. Niedrige Temperatur ist für Bildung eines Maximums, hohe eines Minimums günstig.

Auf Grund dieser Sätze wird aus der Wetterkarte die Prognose für das kommende Wetter gestellt — die allgemeine Prognose kann aber durch die Örtlichkeit beeinflusst werden und muss nach Umständen eine Änderung erfahren, falls gewisse Vorbedingungen nicht eintreten, welche der in Aussicht stehenden Luftdruckänderung vorausgehen müssen.

Litteratur:

Jelinek-Hann.: Anleitung zur Anstellung meteorol. Untersuchungen u. Sammlung von Hilfstafeln.
H. Mohn: Grundzüge der Meteorologie.
J. Müller: Lehrbuch der kosmischen Physik.

II.

Chemische Untersuchung der Luft.

Allgemeines über chemische Untersuchungen.

Für die später vorkommenden chemischen Analysen sind hauptsächlich nachfolgende, in den chemischen Laboratorien gebräuchlichen Apparate und Utensilien notwendig:

1. Die Wage.

Wage

Die Ausführung chemischer Analysen, wie auch die Bereitung der Massflüssigkeiten setzt den Besitz einer Analysenwage voraus, die bei 100 g Tragkraft mindestens 1 mg anzeigt.

Abbildung 24 zeigt eine chemische oder Analysenwage.*) Die Wage befindet sich in einem Gehäuse mit Glaswänden. Die Vorderseite des Gehäuses kann durch Aufschieben geöffnet werden und bleibt entweder infolge einer Balanciervorrichtung oder mittelst einer Hemmvorrichtung, die durch einen Druck auf den Knopf *m* gelöst wird, in jeder beliebigen Höhe stehen. Häufig ist die Vorderseite in drei Teile, einen feststehenden mittleren und zwei Thüren geteilt.

Mittelst Stellschrauben *o o* kann das Gehäuse absolut horizontal gestellt werden, was durch Einspielen eines hinter der Säule *b* befindlichen Lotes oder einer Libelle ersichtlich ist.

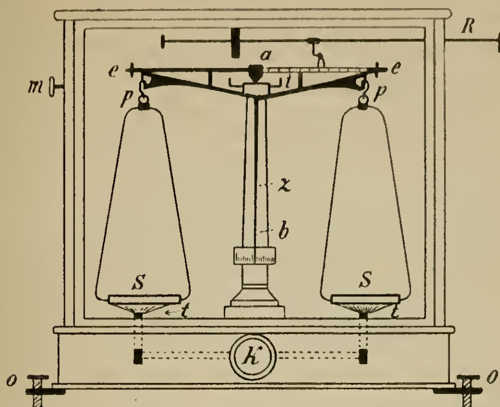
Die Wage selbst besteht aus einer Säule *b*, welche auf einem Achatlager den Wagebalken trägt. Derselbe ist durchbrochen und besitzt drei Stahlschneiden, eine Mittelschneide *a* und zwei Endschneiden *p*.

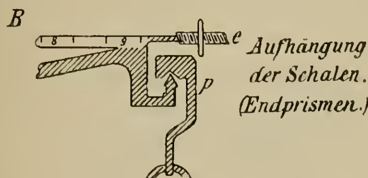
---

*) Preis 120—200 ℳ.

Die eine Seite des Balkens ist in 10 Teile geteilt, um mit Hilfe einer Schiebervorrichtung *R* die Milligramme und deren Bruchteile mittelst eines Milligrammreiters abwägen zu können.

Fig. 24.





Zum genauen Einstellen des Gleichgewichts des Balkens dienen die Endläufer *e*, welche an feinen Schrauben je nach Bedarf verstellt werden können.

Die am Balken befestigte Zunge *z* giebt endlich den Ausschlag des Balkens auf einer Teilung an.

An den Endschneiden des Wagebalkens *p* hängen, wie Fig. 26 B zeigt, die Wageschalen in Achatlagern.

Um die Wage zu schonen, ist dieselbe mit einer Arretiervorrichtung versehen, welche durch den Knopf *K* bewegt wird. Es wird nemlich 1. durch eine Hebevorrichtung *i*, welche durch die hohle Säule *b* emporgeht, die Schneide *a* vom Lager abgehoben und damit vom Balkengewicht entlastet; 2. durch eine Pinselarretierung *t* jede Schale etwas gehoben, wodurch die Endschneiden *p* vom Schalengewicht entlastet werden.

Solch feine Wagen erfordern eine sehr sorgfältige Behandlung, beim Gebrauch einer analytischen Wage sind daher die nachfolgenden Regeln zu beachten:

1. die Wage ist vor dem Auflegen irgend eines Gegenstandes zu arretieren, d. h. es werden die Schneiden der Prismen durch eine Arretiervorrichtung von den Lagern abgehoben.
2. Beim Abwägen darf man die Gewichte nicht planlos auflegen, sondern muss streng systematisch mit dem grössten Gewicht anfangend stets zum nächst kleineren übergehen, bis der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Milligramme und Bruchteile werden zweckmässig durch Verschieben eines Reiters auf dem geteilten Balken abgewogen.
3. Jeder zu wägende Körper muss auf Lufttemperatur abgekühlt sein.
4. Die Gewichte dürfen nicht mit der Hand, sondern nur mittelst Pinzetten angefasst werden.
5. Nach der Wägung sind alle Gegenstände von der Wage zu entfernen, insbesondere sind die Gewichte sofort in die richtigen Abteilungen des Kästchens einzulegen, auch ist der Reiter vom Balken zu entfernen.

2. Allgemeine chemische Operationen.

Erhitzen

Zum Erhitzen eignen sich nur Glasgefässe aus dünnem Glas oder Porzellan- und Metallschalen. Man setzt hiebei das Gefäss nicht direkt der Flamme aus, sondern giebt ihm eine Unterlage, entweder ein Drahtnetz oder einen Teller aus unverbrennlicher Asbestpappe.

Glühen

Zum Glühen eignen sich nur Porzellan- oder Metallschalen oder Tiegel. Nickelgeräte sind hiefür nicht zu empfehlen. Man beginnt das Glühen mit kleiner Flamme und steigert die Hitze allmählich.

Zum Filtrieren benützt man Filtrierpapier, am besten aschenfreies, wie solches schon kreisrund geschnitten von der Firma Schleicher & Schüll in Düren in Handel gebracht wird, in seltenen Fällen Asbest. Das Papier muss dem Trichter gut anliegen, der Trichter muss daher völlig glatt und im Winkel von 60 Grad gefertigt sein. Zum Filtrieren von grösseren Flüssigkeitsmengen, bei denen es auf quantitative Bestimmung nicht ankommt, benützt man Faltenfilter. Filtrieren

Der Rand des Gefässes, aus dem die Flüssigkeit ausgegossen wird, ist mit etwas Talg einzufetten; beim Ausgiessen lässt man die Flüssigkeit an einem an den Glasrand angelegten Glasstab herunterfliessen.

Zum Filtrieren unter Druck giebt man dem Papierfilter eine Unterlage in Gestalt eines kleinen, durchlöcherten Platinkonus.

Trübe Flüssigkeiten lassen sich leicht klar filtrieren, wenn man nach Fresenius' Vorschlag*) etwas Asbestpulver zusetzt.

Zu massanalytischen Untersuchungen bedarf man

3. der Messgefässe

(Abbildungen auf Tafel I), und zwar

a) Messkolben und Messflaschen, welche bis zu einer Marke bestimmte Mengen Flüssigkeit fassen; Messgefässe
b) Messcylinder: mit Teilung versehene Cylinder;
c) Pipetten und zwar:
    α) Vollpipetten: cylindrische Röhren, welche beiderseits engere Röhren tragen, deren untere in eine Spitze ausgezogen ist und bis zu einer Marke an der oberen Röhre eine bestimmte Menge Flüssigkeit fassen.
    β) Messpipetten: cylindrische Röhren mit Einteilung, unten mit Ausflussspitze;

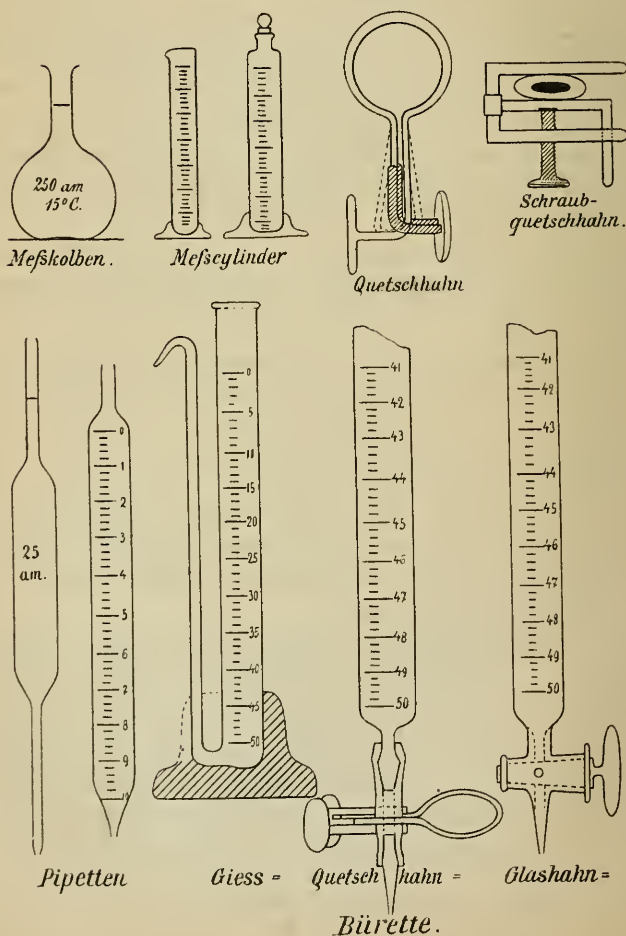
*) Zeitschr. f. anal. Chem. 1888. 32.

d) Büretten: cylindrische, geteilte Röhren, welche unten mit einem Auslaufverschluss versehen sind. Je nach der Form des letzteren unterscheidet man:

Quetschhahnbüretten, Ventilbüretten, Glashahnbüretten und endlich Giess- oder Gay-Lussacsche Büretten. Die bequemsten sind Büretten mit 50 ccm Inhalt und Teilung in $^1/_{10}$ ccm.

Zum Aufstellen der Büretten dienen verschieden konstruierte Bürettenhalter.

Tafel I.



Die Gefässe sind nur für eine gewisse Temperatur, meist 15° C, geaicht und zwar entweder auf Eingiessen oder Ausfliessen; im letzteren Falle lassen sie so viel Flüssigkeit auslaufen, als verzeichnet ist, im erstern fassen sie gerade so viel, lassen also weniger ausfliessen.

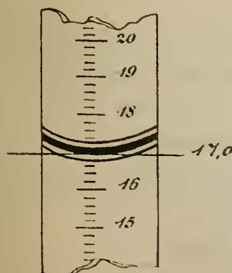
Pipetten werden durch Einsaugen gefüllt, sie sind auf Ausfliessen geaicht, doch muss man den letzten Tropfen stets aus der Spitze entfernen; dies geschieht, indem man das Mundstück mit dem Zeigefinger verschliesst und dann mit der Hand den weitern Teil der Röhre umfasst; durch die Ausdehnung wird dann der letzte Tropfen ausgetrieben.

Büretten werden mittelst Trichter gefüllt, den man an die Wandung der Bürette anlegt, um Schäumen zu vermeiden, man darf aber nie vergessen, den Trichter nach der Füllung herabzunehmen, da sonst durch das Herabfallen zurückgebliebener Tropfen Fehler entstehen können. Des Weitern soll man sich stets überzeugen, ob nicht in der Ausflussvorrichtung Luftblasen zurückgeblieben sind. Zur Entfernung derselben lässt man einen Teil der Flüssigkeit in kräftigem Strahle abfliessen.

Die wässrigen Flüssigkeiten ziehen sich an den Wänden des Glasgefässes etwas in die Höhe, dadurch entsteht eine nach innen gekehrte Kuppe, der Meniskus. Meniskus

Dieser Meniskus, der infolge der Spiegelung gegen hell oder dunkel gesehen, ein verschiedenartiges Ansehen zeigt, erfordert eine stets gleiche Art des Ablesens.

Fig. 25.



Für gewöhnlich stellt man gegen eine helle Wand oder freies Licht, der Meniskus hat dann eine Form, wie Fig. 25 zeigt. Man liest den untern Stand des schwarzen Teiles ab. Bei der Ablesung muss das Auge sich mit dem Meniskus in einer Ebene befinden.

Maasflüssigkeiten

Zur Massanalyse braucht man ferner Massflüssigkeiten, d. s. Lösungen von bekanntem Gehalt an wirksamer Substanz. Dieselben können entweder empirisch sein und enthalten dann in 1 Liter eine bestimmte, dem Zwecke angepasste Menge Substanz — z. B. in 1 l 10 g Oxalsäure — oder aber sie sind Normallösungen, dann steht ihr Gehalt an Substanz ein für allemal fest: sie enthalten nämlich in 1 Liter das Äquivalent der Substanz in g.

Normallösung

Äquivalent

Äquivalent oder gleichwertig nennt man diejenigen Mengen verschiedener chemischer Stoffe, welche denselben chemischen Wert wie ein Atom Wasserstoff besitzen, welche also ein Atom Wasserstoff zu vertreten vermögen. Diese Äquivalentgewichte sind experimentell ermittelt und durchaus nicht immer gleich dem Atom- oder Molekulargewicht.

So ist 1 Molekül Salzsäure (H Cl) äquivalent
1 Atom Wasserstoff (H).

Das Molekulargewicht der Salzsäure ist 36,5 und ebenso gross ist ihr Äquivalentgewicht, weil ein Molekül Salzsäure ein Atom Wasserstoff vertreten kann.

Hingegen ist 1 Molekül Schwefelsäure (H_2SO_4)
äquivalent 2 Atomen Wasserstoff.

Das Molekulargewicht der Schwefelsäure ist 80, das Äquivalentgewicht aber nur halb so gross, also 40, weil ein Molekül Schwefelsäure zwei Atome Wasserstoff vertreten kann.

Normallösung

Zur Herstellung einer Normallösung löst man 1 Äquivalent der Substanz in g zu 1 Liter auf, 1 Liter dieser Lösung entspricht dann je 1 Äquivalent eines beliebigen anderen Körpers: z. B. Normaloxalsäure.

Die reine Oxalsäure enthält 2 Moleküle Krystallwasser und hat die Formel $C_2H_2O_4 + 2\ H_2O$, ihr Molekulargewicht berechnet sich aus den Atomgewichten ihrer Elemente (S. 66) folgendermassen:

2	Atome	Kohlenstoff =	24	(= 2 × 12)
2	„	Wasserstoff =	2	(= 2 × 1)
4	„	Sauerstoff =	64	(= 4 × 16)

ferner aus dem Krystallwasser:

4	Atome	Wasserstoff =	4	(= 4 × 1)
2	„	Sauerstoff =	32	(= 2 × 16)

in Summa 126.

Aus dem Verhalten der Oxalsäure gegen Alkalien ergiebt sich, dass sie eine zweiwertige Säure ist, d. h. dass ein Molekül Oxalsäure zwei Atome Wasserstoff vertreten kann.

Ihr Äquivalentgewicht ist daher nicht gleich dem Molekulargewicht = 126, sondern nur halb so gross, nemlich = 63.

Um 1 Liter Oxalsäure-Normallösung herzustellen, muss man daher 63 g reine Oxalsäure mit Wasser genau auf 1 Liter auflösen, was geschieht, indem man 63 g Oxalsäure in einen 1 Liter Messkolben bringt, mit etwa 1/2 Liter Wasser von 15° C löst und dann mit Wasser von 15° C genau bis zur Marke auffüllt.

1 Liter dieser Oxalsäure-Normallösung entspricht dann

1 g	Wasserstoff (H)	Äquivalentgewicht	1.	Atomgew.	1.
35.5 „	Chlor (Cl)	„	35.5	„	35.5
40.0 „	Natriumhydrat (NaHO)	„	40.0	Mol.-Gew.	40.0
40.0 „	Schwefelsäure (SO_3)	„	40.0	„	80.0
22.0 „	Kohlensäure (CO_2)	„	22.0	„	44.0
31.0 „	Natriumoxyd (Na_2O)	„	31.0	„	62.0

u. s. w.

Es werden auch konzentriertere und verdünntere Normallösungen verwendet, diese enthalten dann ein Mehrfaches oder einen Bruchteil des Äquivalentes in Gramm im Liter — z. B.

Oxalsäure-Doppel-Normallösung:

2 × 63 = 126 g Oxalsäure in 1 Liter.

Oxalsäure-Zehntel-Normallösung:

63 : 10 = 6.3 g Oxalsäure in 1 Liter.

Tabelle VII.

Tabelle der Atomgewichte der wichtigeren Elemente.

Atomgewichte

Namen	Zeichen	Atomgewicht	Namen	Zeichen	Atomgewicht
Aluminium .	Al	27.4	Mangan . .	Mn	55
Antimon . .	Sb	122	Natrium . .	Na	23
Arsen . . .	As	75	Phosphor . .	P	31
Baryum . .	Ba	137	Platin . . .	Pt	197.4
Blei	Pb	207	Quecksilber .	Hg	200
Cadmium . .	Cd	112	Sauerstoff . .	O	16
Calcium . .	Ca	40	Schwefel . .	S	32
Chlor . . .	Cl	35.5	Silber . . .	Ag	108
Chrom . . .	Cr	52.2	Stickstoff . .	N.	14
Eisen . . .	Fe	56	Uran . . .	Ua	120
Kalium . . .	Ka	39.1	Wasserstoff .	H	1
Kohlenstoff .	C	12	Wismuth . .	Bi	210
Kupfer . . .	Cu	63.5	Zink	Zn	65
Magnesium .	Mg	24	Zinn	Sn	118

Luft

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von Stickstoff, Sauerstoff und etwas Kohlensäure in beinahe unveränderlichen Verhältnissen, gemengt mit veränderlichen Mengen Wasserdampf. Durch Zersetzung organischer Substanzen, durch das Leben von Tieren und Pflanzen, durch Gewerbebetriebe u. s. w. kann stellenweise der Gehalt der Luft an Kohlensäure erhöht werden und ebenso können geringe Mengen anderer Gase in die Luft gelangen.

Die Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff hat, wenigstens bis jetzt, ein untergeordnetes hygienisches Interesse.

Ozon,

das als aktiver Sauerstoff eine Bedeutung für die Reinheit der Luft besitzt, wird folgendermassen nachgewiesen: Ozon

Man bereitet sich Jodkaliumstärkekleister, indem man

1 g Jodkalium und

10 g Kartoffelstärke mit

200 g Wasser zu einem Kleister kocht, auf 1000 ccm verdünnt und mit dieser Lösung Filtrierpapierstreifen tränkt und trocknet.

Diese Streifen bringt man mit Wasser angefeuchtet in die zu untersuchende Luft: Ozon macht aus dem Jodkalium das Jod frei und dieses bildet mit der Stärke blaue Jodstärke; wenn also eine Bläuung des „Ozonpapiers“ eintritt und die Gegenwart von Chlor, Wasserstoffsuperoxyd, salpetriger Säure und direktem Sonnenlicht, welche ebenfalls Jod freimachen, ausgeschlossen ist, so ist Ozon vorhanden.

Die Stärke der Bläuung giebt einen Masstab für den Ozongehalt der Luft. (Schönbeinsche Skala.)

Kohlensäure.

Die Kohlensäure ist als weit verbreitetes Gas auch hygienisch von Wichtigkeit. Sie tritt auf bei der Respiration, der Fäulnis und Verwesung organischer Stoffe, bei der Verbrennung und Beleuchtung, bei vielen gewerblichen Betrieben u. s. w. — sie ist ferner ein Masstab für die Verderbnis der Luft in von Menschen oder Tieren bewohnten Räumen. Kohlensäure

Endlich gründet sich auf eine genaue Kohlensäurebestimmung noch eine Methode zur Bestimmung der Ventilationsgrösse.

Die vorzüglichste Methode zur Bestimmung der Kohlensäure in der Luft ist die von Pettenkofer vorgeschlagene.*) Pettenkofers Methode

*) Abhdl. der naturwissensch. u. techn. Kommiss. d. k. b. Akad. d. Wissensch. II. 1.

Bestimmung der Kohlensäure in der Luft
nach Pettenkofer.

Dieselbe gründet sich auf folgendes Verhalten der Kohlensäure:

Schüttelt man Barytwasser, d. i. eine Auflösung von Baryumhydrat in Wasser mit kohlensäurehaltiger Luft, so bildet die Kohlensäure mit dem gelösten Barythydrat unlösliches Baryumkarbonat und die Flüssigkeit enthält eine der vorhandenen Kohlensäuremenge entsprechende Menge Barythydrat weniger, und ist durch das ausgeschiedene unlösliche Baryumkarbonat getrübt.

Kennt man nun ein Mittel, den Gehalt des Barytwassers an Baryumhydrat vor und nach dem Schütteln mit kohlensäurehaltiger Luft zu bestimmen, so lässt sich aus der Differenz die Kohlensäure leicht berechnen.

Ein solches Mittel ist Oxalsäure, welches auf Barytwasser dieselbe chemische Wirkung ausübt, wie Kohlensäure.

Man hat daher nur zu bestimmen, wieviel Oxalsäure man zur völligen Neutralisation einer gewissen Menge Barytwasser braucht, dann eine gleich grosse Menge Barytwasser mit kohlensäurehaltiger Luft zu schütteln und nun zu messen, wieviel Oxalsäure das Barytwasser noch nach dem Schütteln mit Luft zur völligen Neutralisation des Barythydrats braucht.

Bereitung der Lösungen.

1. Oxalsäurelösung.

Oxalsäurelösung

Lässt man Kohlensäure auf Barythydrat wirken, so geht der durch folgende chemische Gleichung veranschaulichte Prozess vor sich:



$$BaO_2H_2 + CO_2 = BaCO_3 + H_2O.$$

Ersetzt man die Kohlensäure durch Oxalsäure, so lautet die Gleichung:



$$BaO_2H_2 + C_2H_2O_4 = BaC_2O_4 + 2H_2O.$$

Es übt somit 1 Molekül Oxalsäure dieselbe chemische Wirkung aus, wie 1 Molekül Kohlensäure, d. h.

ein Molekül Oxalsäure ist äquivalent einem Molekül Kohlensäure.

Von dieser Thatsache ausgehend, kann man die Gewichtsmengen, in denen beide Säuren einander ersetzen können, leicht berechnen.

1 Molekül Kohlensäure (CO_2) entspricht für

$$\begin{aligned} C &= 12 \\ 2\,O &= 32 \\ \hline CO_2 &= 44 \text{ Gewichtsteilen.} \end{aligned}$$

1 Molekül reine Oxalsäure ($C_2H_2O_4 + 2\,H_2O$) entspricht für

2 C	24
6 H	6
6 O	96
$C_2H_2O_4 + 2\,H_2O$	126 Gewichtsteilen.

Es neutralisiren somit 126 mg Oxalsäure ebensoviel Barythydrat wie 44 mg Kohlensäure.

Nun soll die Oxalsäurelösung so bereitet werden, dass 1 ccm = 0.25 ccm Kohlensäure (bei 0^0 und 760 mm gemessen) ist.

Man weiss, dass 126 mg Oxalsäure gleich 44 mg Kohlensäure sind, hat also zu berechnen, wie viel ccm diese 44 mg Kohlensäure entsprechen.

Es ist 1 mg Kohlensäure = 0.5084 ccm Kohlensäure (bei 0^0 und 760 mm gemessen),

folglich sind

44 mg Kohlensäure = 44 × 0.5084 ccm Kohlensäure
= 22.3696 ccm „

Somit entsprechen auch 126 mg Oxalsäure 22.3696 ccm Kohlensäure; würden also diese 126 mg Oxalsäure in 1 ccm Wasser gelöst, so entspräche 1 ccm 22.3696 ccm Kohlensäure.

Nun soll aber 1 ccm Oxalsäurelösung nur 0.25 ccm Kohlensäure entsprechen, man hat daher den Ansatz:

$$22.3696 : 126 = 0.25 : x,$$

woraus $x = \frac{0.25 \times 126}{22.3696}$ mg

$= 1.405$ mg Oxalsäure.

Löst man also 1.405 mg Oxalsäure zu 1 ccm oder
1.405 g „ „ 1000 ccm (1 l)
so entspricht 1 ccm dieser Oxalsäurelösung 0.25 ccm Kohlensäure (bei 0° und 760 mm gemessen).

Man wägt 1.405 g reinster krystallisierter Oxalsäure auf einem Uhrglas ab, bringt sie ohne Verlust in einen 1 Liter-Messkolben, löst die Krystalle mit etwa ½ Liter destilliertem Wasser, füllt dann bei 15° C genau bis zur Marke auf und mischt gut durch.

Die Lösung ist in dunklen, schwarzen oder braunen Flaschen vor Licht geschützt aufzubewahren, da sie sich sonst bald zersetzt.

2. Barytwasser.

Barytwasser

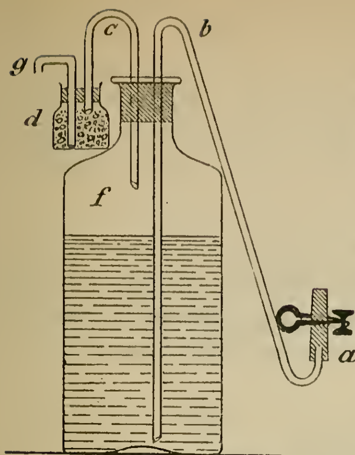
Das Barytwasser ist eine Lösung von Baryumhydrat in Wasser, es soll so stark sein, dass 25 ccm desselben ungefähr 25 ccm der obigen Oxalsäurelösung gleich sind.

Zu dem Behufe löst man 3.5 g reines, alkalifreies Baryumhydrat in destilliertem Wasser und lässt das etwa vorhandene kohlensaure Baryum absetzen.

Für den Fall, dass das Baryumhydrat nicht völlig alkalifrei sein sollte, setzt man auf 1 Liter 0.2 g Baryumchlorid zu.

Das Barytwasser muss gegen Kohlensäure geschützt aufbewahrt werden. Zu dem Zwecke schliesst man die Aufbewahrungsflasche (Fig. 26 *f*) mit einem doppelt durchbohrten Gummipfropfen. Durch die eine Bohrung geht ein Glasrohr *b* bis nahe auf den Grund der Flasche;

Fig. 26.



aussen ist es mit einem Gummischlauch und mit einem Quetschhahn *a* verschlossen. Durch die andere Bohrung steht die Flasche durch die Glasröhre *c*, welche unter dem Stopfen mündet, in Verbindung mit einem Absorptionskölbchen *d*, das mit kalihydrathaltigem Bimsstein gefüllt ist und durch ein offen in die Luft mündendes, auf den Boden des Kölbchens führendes Glasrohr *g* den Eintritt der Luft gestattet.

Zur Entnahme des Barytwassers steckt man die Spitze einer Pipette in das Schlauchstück des Rohres *b*, saugt unter Öffnen des Quetschhahns *a* 4—5 cm in die Pipette und spült damit dieselbe aus. Dann setzt man die Pipette wieder in den Schlauch und saugt, bis die Pipette über den Teilstrich gefüllt ist. Die nachdringende Luft muss, ehe sie in die Flasche *f* gelangen kann, das Absorptionskölbchen durchstreichen und wird hiebei durch das Kalihydrat von der Kohlensäure befreit. Man schliesst nun den Quetschhahn, drückt die Spitze des angefeuchteten Zeigefingers auf das obere Ende der Pipette, nimmt diese aus dem Schlauch und lässt bis zur Marke abtropfen.

3. Indikatorlösung.

Als Indikator für die Reaktion der aufeinander wirkenden Flüssigkeiten benützt man Rosolsäurelösung (Korallin).

Die alkoholische neutrale Lösung der Rosolsäure ist

orangerot, bei Zusatz der geringsten Spur Säure wird die Lösung gelb, bei Zusatz von Alkali aber rot.

Man löst 1 g Rosolsäure in 500 ccm Alkohol von etwa 80 Volum $^0/_0$ (spez. Gewicht bei 15° C 0.864); diese Lösung ist sauer. Man setzt daher soviel Baryt-hydratlösung zu, bis die Farbe gerade an die Grenze von Rot kommt.

Als Indikator ist ferner empfehlenswert Phenolphtaleïn.

Die alkolische Lösung desselben (1 : 30) ist farblos, sie wird durch die geringste Spur Alkali prächtig und tief violetrot gefärbt, beim Neutralisieren mit Säure aber wieder farblos.

Ausführung der Methode.

Man braucht

1. eine geaichte Flasche von ca. 5 Liter Inhalt.

Die Flasche wird gut gereinigt, völlig getrocknet und leer gewogen. Dann füllt man dieselbe gestrichen voll mit destilliertem Wasser von 15° C und wägt wieder. Die Gewichtszunahme in g ist gleich dem Inhalt der Flasche in ccm; z. B.:

Flasche mit Wasser gefüllt . .	6150 g
„ leer	1050 g
Inhalt der Flasche . .	5100 g
oder 5100 ccm.	

Diese geaichte und getrocknete Flasche verschliesst man mit einer Kautschukkappe und bringt sie an die Stelle, an der man eine Kohlensäurebestimmung ausführen will. Man bläst nun

2. mit einem Blasebalg, an dessen Mundstück ein Schlauch angebracht ist, die Luft mit etwa 100 Stössen in die Flasche, hütet sich aber davor, Ausatmungsluft einzublasen. Die Flasche wird nun mittelst der Kautschukkappe verschlossen und gleichzeitig wird die Temperatur

des Raumes, sowie der Barometerstand und die Temperatur am Barometer abgelesen.

Das Thermometer muss mindestens eine Viertelstunde schon an der Stelle der Luftentnahme sich befunden haben, das Barometer kann an einer anderen Stelle des betreffenden Ortes abgelesen werden.

3. Barytwasser.

Man saugt nun aus der Flasche, welche das Barytwasser von bestimmtem Gehalt enthält, 100 ccm mit einer Vollpipette auf und lässt dieselben, indem man die Kautschukkappe lüftet, in die mit Luft gefüllte Flasche fliessen.

Der letzte Tropfen darf natürlich nicht durch Ausblasen entfernt werden. Die Ausflussspitze der Pipette muss möglichst tief in die Flasche gebracht werden.

Man schliesst dann die Kautschukkappe wieder und schüttelt 15 Minuten lang das Barytwasser in der Flasche sanft hin und her, wodurch alle Kohlensäure absorbiert wird.

Man giesst nun die trübe Flüssigkeit (das klare Barytwasser ist getrübt durch ausgeschiedenen weissen kohlensauren Baryt) mittelst

4. eines kleinen Trichters in ein Fläschchen von 150 ccm Inhalt mit Glasstöpsel und lässt darin den kohlensauren Baryt absitzen, was nach 3—6stündigem ruhigem Stehen geschehen ist.

Es macht keinen Fehler, dass beim Übergiessen etwas Barytwasser in der Flasche zurückbleibt.

Man nimmt dann vom klaren Barytwasser vorsichtig, so dass man den Bodensatz nicht wieder aufrührt, mittelst

5. einer 25 ccm Pipette 25 ccm heraus, lässt in ein Kölbchen laufen und titriert mit der beschriebenen Oxalsäurelösung.

Das Herausnehmen geschieht, indem man die Pipette in das klare Barytwasser taucht und letzteres langsam

bis über die Marke ansaugt. Man schliesst dann das obere Ende der Pipette mit der Zunge, hebt die Pipette aus dem Barytwasser und schliesst deren unteres Ende mit dem Zeigefinger der freien Hand. Nun schliesst man das obere Ende mit dem befeuchteten Zeigefinger und lässt das Barytwasser bis zur Marke abtropfen.

Während des Absitzens des Barytwassers titriert man das zum Versuche verwendete Barytwasser mit der beschriebenen Oxalsäurelösung, um dessen Gehalt an Baryumhydrat zu ermitteln.

Man füllt eine Bürette in der Seite 63 angegebenen Weise mit der Oxalsäurelösung von bekanntem Gehalt und stellt auf 0 ein. Dann misst man mit einer Vollpipette 25 ccm des Barytwassers ab, lässt in ein Kölbchen fliessen und setzt 5 Tropfen der Rosolsäurelösung, welche als Indikator dient; die Flüssigkeit wird dadurch schön rot.

Man lässt nun aus der Bürette solange unter Umschütteln des Kölbchens Oxalsäurelösung zufliessen, bis die rote Farbe verschwunden und eine rein gelbe Farbe eben aufgetreten ist.

Es ist nun aller Baryt als oxalsaurer Baryt neutralisiert, der geringste Säureüberschuss bewirkt dann die Gelbfärbung.

Man wiederholt den Versuch, indem man die im ersten Versuche ermittelte Menge Oxalsäurelösung bis auf 1 ccm auf einmal zufliessen lässt und dann tropfenweise zufügt, bis eben wieder Gelbfärbung eintritt.

Der im zweiten Versuch ermittelte Verbrauch ist der Titer von 25 ccm Barytwasser v o r dem Schütteln mit Luft.

In genau derselben Weise titriert man 25 ccm des klar abgesetzten, mit Luft geschüttelten Barytwassers und erhält dadurch den Titer von 25 ccm Barytwasser n a c h dem Schütteln mit Luft.

Die Differenz im Verbrauch an Oxalsäurelösung v o r und n a c h dem Schütteln des Barytwassers mit Luft

lässt die Menge Kohlensäure berechnen, die in der abgemessenen Luftmenge enthalten war.

Die Oxalsäurelösung ist so eingestellt, dass

1 ccm = 0.25 ccm Kohlensäure, gemessen bei 0° C und 760 mm Barometerstand. (Bereitung S. 68.)

Da man aber das Luftvolumen der Flasche unter anderen Temperatur- und Luftdruckverhältnissen gemessen hat, so muss man dasselbe ebenfalls auf 0° C und 760 mm Druck reduzieren und kann dann erst den wahren Gehalt der Luft an Kohlensäure in stets vergleichbaren Werten ausdrücken. Dies geschieht nach folgenden Formeln: Reduktion eines Gasvolumens auf 0° u. 760 mm.

Reduktion eines Gasvolumens auf 760 mm Druck.

Da Volumen und Druck einander umgekehrt proportional sind, so hat man z. B. bei 1 Atmosphäre Druck 1 Liter Luft und bei 4 Atmosphären $^1/_4$ Liter Luft; oder allgemein ausgedrückt, wenn man bei b mm Druck das Volumen v hat, so erhält man das Volumen (v_{760}) bei 760 mm Druck nach der Gleichung: Reduktion auf 760 mm

$$v : v_{760} = 760 : b \text{ (und nicht wie } b : 760)$$

$$\text{woraus } v_{760} = \frac{v \times b}{760}; \text{ d. h.}$$

man multipliziert das ursprüngliche Volumen mit dem beobachteten Barometerstand und dividiert das Produkt durch 760.

Reduktion eines Gasvolumens auf 0°.

Durch Versuche hat man gefunden Reduktion auf 0°.

1. Dass ein Gasvolumen von 0° bis 100° C erwärmt, sich um 0.366 Volumen ausdehnt;
2. dass diese Ausdehnung für je 1° C dieselbe ist, also für jeden ° C 0.00366;

   0.00366 ist also der Ausdehnungskoëffizient der Gase.

3. Dieser Ausdehnungskoëffizient ist für alle Gase gleich.

Hat man daher bei 0^0 C das Volumen 1 ccm, so ist dasselbe bei 1^0 C $1 + 0.00366$
„ 2^0 C $1 + 0.00366 \times 2$
„ 10^0 C $1 + 0.00366 \times 10$
„ t^0 C $1 + 0.00366 \times t$
d. h. die Volumeinheit bei 0^0 hat bei t^0 das Volumen $(1 + 0.00366 \times t)$ ccm.

Hat man nun bei t^0 nicht $(1 + 0.00366 \times t)$ ccm, sondern das Volumen v_1 gemessen, so findet man dessen Volumen v_0 bei 0^0 C nach der Gleichung:

$$(1 + 0.00366 \times t) : 1 = v_1 : v_0, \text{ woraus}$$

$$v_0 = \frac{v_1 \times 1}{1 + 0.00366 \times t}$$

Baumannsche Tafeln

Zur Vereinfachung der Reduktionsrechnungen hat Dr. A. Baumann Tafeln berechnet, welche durch eine einzige Multiplikation das Volumen bei 0^0 und 760 mm ergeben. Die sehr zweckmässig eingerichteten Tafeln zur Gasometrie sind 1885 bei M. Rieger in München erschienen.

Nachdem das angewandte Luftvolumen auf 0^0 und 760 mm reduziert ist, kann man die unter denselben Verhältnissen gemessene Kohlensäure in Promille umrechnen, d. h. man berechnet, wieviele Teile Kohlensäure auf 1000 Teile Luft treffen.

Die Gesammtausführung der Methode ergiebt sich am besten aus folgendem Beispiel:

Entnahme der Luft

1. Entnahme der Luft im Freien.

Die benützte Flasche fasst nach der Aichung 3914 ccm, sie wird mit der zu untersuchenden Luft gefüllt durch Einblasen mit einem Blasebalg.

Die Temperatur der Luft ist . 24.2^0 C,
der Barometerstand . . . 718 mm,
die Temperatur am Barometer 20^0 C.

2. Es werden nun 100 ccm Barytwasser in die Flasche gegeben, dadurch werden natürlich 100 ccm Luft aus der Flasche verdrängt, das wirkliche Luftvolumen ist also nur (3914 —100) ccm = 3814 ccm. Absorption der Kohlensäure

   Nach 15 Minuten langem Schütteln der mit einer Kautschukkappe verschlossenen Flasche wird die trübe Flüssigkeit in ein gut verschliessbares Absetzgläschen von 120—130 ccm Inhalt gegossen und drei Stunden ruhig beiseite gestellt.

3. Es werden 25 ccm Barytwasser aus der Vorratsflasche entnommen und unter Benützung von Rosolsäure mit Oxalsäurelösung, wovon 1 ccm = 0.25 ccm Kohlensäure von 0° und 760 mm, titriert. Man braucht bis zur Gelbfärbung 24.7 ccm Oxalsäurelösung, somit 25 ccm Barytwasser vor dem Schütteln = 24.7 ccm Oxalsäurelösung. Titerstellung des Barytwassers

4. Vom geklärten Barytwasser werden vorsichtig in der auf Seite 73 beschriebenen Weise 25 ccm entnommen und ebenso mit Oxalsäurelösung titriert. Titrieren

   25 ccm Barytwasser nach dem Schütteln = 23.5 ccm Oxalsäurelösung.

Die Differenz im Oxalsäureverbrauch für 25 ccm Barytwasser vor und nach dem Schütteln mit Luft ist also 24.7 —23.5 = 1.2 ccm Oxalsäurelösung, d. h. aus 25 ccm Barytwasser ist soviel Baryt ausgefällt worden durch Kohlensäure, als 1.2 ccm Oxalsäurelösung entspricht.

Nun ist 1 ccm Oxalsäurelösg. = 0.25 ccm Kohlensäure, Berechnung der Kohlensäure

also 1.2 „ „ $= \frac{1.2 \times 0.25}{1}$ „

$= 0.3$ ccm „

Aus 25 ccm Barytwasser ist somit soviel Baryt ausgefällt worden, als 0.3 ccm Kohlensäure entspricht.

Da aber nicht 25 ccm Barytwasser in die Flasche gegeben wurden, sondern 100 ccm = 4 × 25 ccm, so sind in der abgemessenen Luft 4 × 0.3 ccm = 1.2 ccm Kohlensäure enthalten; also in 3814 ccm Luft 1.2 ccm Kohlensäure.

Reduktion des Luftvolumens

Es ist aber die Kohlensäuremenge gemessen bei 0° C und 760 mm Druck, die Luft aber bei 24.2° C und 718 mm Druck bei 20° C. Da Kohlensäure und Luft also unter verschiedenen Verhältnissen gemessen sind, so kann man sie nicht ohne weiteres in Verhältnis setzen, sondern muss erst das Luftvolumen auf 0° C und 760 mm reduzieren.

Dies geschieht in drei Abteilungen:

a) Reduktion des Barometerstandes auf 0° C nach der Seite 21 entwickelten Formel ist

$$b_0 = 718 - 718 \times 20 \times 0.00018$$
$$= 718 - 2.6$$
$$= 715.4 \text{ mm.}$$

b) Reduktion des Luftvolumens (zu 3814 ccm bei 715.4 mm red. Druck gemessen) auf 760 mm.

Nach dem auf Seite 75 entwickelten Ansatz ergibt sich das Verhältnis

$$3814 \text{ ccm} : v_{760} = 760 : 715.4,$$

woraus $v_{760} = \frac{3814 \times 715.4}{760} = \frac{27285.1}{760} = 3590.2$ ccm.

c) Reduktion des Luftvolumens auf 0° C.

Nach der Entwicklung auf Seite 75 ergiebt sich folgender Ansatz:

Die 3590.2 ccm unter 760 mm Druck sind gemessen bei 24.2° C.

$3590.2 : v_0 = (1 + 24.2 \times 0.00366) : 1$, woraus

$$v_0 = \frac{3590.2 \times 1}{1 + 24.2 \times 0.00366} \text{ ccm}$$
$$= \frac{3590.2}{1.08857}$$
$$= 3298 \text{ ccm.}$$

Die allgemeine Reduktionsformel, aus b) und c) kombiniert, würde lauten $v_0 = \frac{3814 \times 715.4}{760 \times (1 + 24.2 \times 0.00366)}$ ccm $= 3298$ ccm

Das Luftvolumen, welches bei 718 mm Druck bei 20° C und 24.2° C Temperatur 3814 ccm misst, ist bei 760 mm und 0° C gemessen gleich 3298 ccm.

Um nun den Kohlensäuregehalt der Luft in Promille auszudrücken, ergiebt sich, da 3298 Teile Luft 1.2 Teile Kohlensäure enthalten, der Ansatz:

$$3298 : 1000 = 1.2 : x,$$

$$\text{woraus } x = \frac{1000 \times 1.2}{3298} \ ^0/_{00}$$

$$= 0.364 \ ^0/_{00}.$$

Die untersuchte Luft enthält also in 1000 ccm 0.364 ccm Kohlensäure.

Ausser der massanalytischen Kohlensäurebestimmungsmethode von Pettenkofer sind noch eine Reihe anderer, teils gewichts- oder massanalytischer, teils annähernder optischer Methoden vorgeschlagen worden.

Diese letzteren Methoden können auf wissenschaftliche Genauigkeit einen Anspruch nicht machen, weshalb von ihrer Beschreibung abgesehen werden kann, die ersteren aber erfordern zum Teil sehr komplizierte Apparate und geben keine genaueren Resultate als die Pettenkofersche Methode.

Kohlenoxyd.

Das Kohlenoxyd ist ein farbloses, sehr giftiges Gas, welches bei unvollständiger Verbrennung organischer Stoffe oder der Kohle oder durch Zersetzung der Kohlensäure durch glühende oxydirbare Körper entsteht. Zu seiner Bildung ist in den Zimmeröfen bei geschlossenem oder ungenügendem Zug sehr häufig Anlass gegeben. Kohlenoxyd

Ferner bildet Kohlenoxyd einen wesentlichen Bestandteil des Leuchtgases (5—20 %) und besonders des sogenannten Wassergases (bis 30 %).

Der Nachweis des Kohlenoxyds erfolgt, indem man damit gemischte Luft entweder auf angefeuchtetes, mit

Palladiumchlorür getränktes Papier wirken lässt, wodurch Schwärzung desselben eintritt, oder sicherer, indem man das Kohlenoxyd an Blut bindet, was leicht und sicher erfolgt und nun das Kohlenoxyd im Blut entweder

a) auf spektroskopischem Weg oder

b) auf chemischem Weg nachweist.

Es werden 10 ccm frisches Blut mit 40 ccm Wasser verdünnt und in eine Flasche von 6—10 Liter Inhalt gegossen, welche man mittelst eines Blasebalges wie bei Kohlensäurebestimmung (Seite 72) mit der zu untersuchenden Luft füllt.

Man verschliesst dann die Flasche mit einer Kautschukkappe und schüttelt 15—20 Minuten lang zeitweilig um, damit alles Kohlenoxyd vom Blut absorbiert wird.

Wirkung auf Blut

Das Kohlenoxyd verdrängt aus dem im Blut enthaltenen Oxyhämoglobin den Sauerstoff und bildet Kohlenoxydhämoglobin.

Spektroskopischer Nachweis

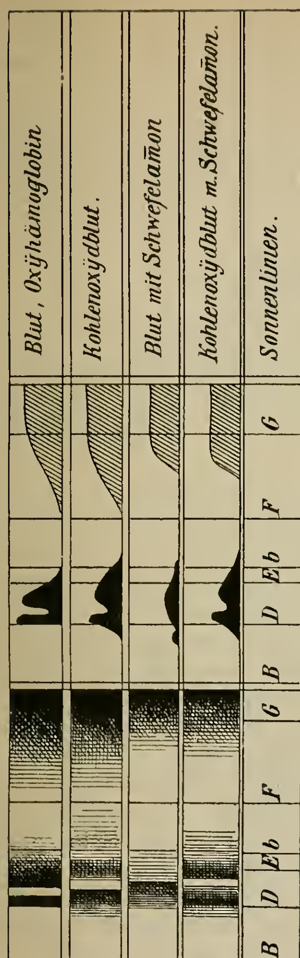
Das Kohlenoxydhämoglobin zeigt ein spektroskopisches Verhalten, das von dem des Oxyhämoglobins verschieden ist. Zur Untersuchung verdünnt man 10 Tropfen sowohl von normalem, als auch mit Kohlenoxydluft geschütteltem Blut auf etwa 20 ccm und bringt es vor den Spalt eines Spektralapparates. (Taschenspektroskope sehr brauchbar.) (Fig. 27.)

Oxyhämoglobin, also normales Blut, zeigt in Gelb und Grün, also zwischen den Frauenhoferschen Linien D und E (b) zwei Absorptionsstreifen mit scharfen Rändern.

Kohlenoxydhämoglobin zeigt diese Streifen ebenfalls, sie liegen jedoch näher beisammen und besitzen verwaschene Ränder.

Zur absoluten Unterscheidung bedient man sich jedoch des Verhaltens der beiden zu Reduktionsmitteln, z. B. Schwefelammon. Es wird nämlich Oxyhämoglobin sofort reduziert, nicht aber das beständigere Kohlenoxydhämoglobin. Dieses Verhalten kennzeichnet sich scharf im Spektralapparat.

Fig. 27.



Man setzt zu dem stark verdünnten Blut 1 bis 2 Tropfen Schwefelammon, schüttelt gelinde um und prüft neuerdings vor dem Spektroskop.

Reduziertes Oxyhämoglobin zeigt nur mehr einen sehr stark verwaschenen Absorptionsstreifen, der etwa in der Mitte zwischen den beiden Streifen des Hämoglobins liegt.

Das mit Schwefelammon versetzte Kohlenoxydhämoglobin zeigt hingegen die beiden verwaschenen Streifen in beinahe unveränderter Gestalt.

Bei den Spektroskopen, welche in verschiedener Konstruktion erhältlich sind und in einem verdunkelten Zimmer aufgestellt sein müssen, wird ein durch einen Spalt einfallender Lichtstrahlenbündel durch eine Colimatorlinse gesammelt und durch ein Prisma gebrochen, der aufgelöste Strahl (Spektrum) wird dann durch ein Fernrohr betrachtet. Im reinen Sonnenlicht erscheinen im Spektrum dunkle Linien, die Frauenhoferschen Sonnenlinien, welche zur Ortsbezeichnung im Spektrum dienen: Spektroskope

in rot *A. a. B. C.*, in gelb *D.*,

„ grün *E. b. F.*, „ blau *G. H* (in Fig. 27 teilw. dargestellt.)

Man unterscheidet Emissionsspektren, welche durch das Glühen eines Körpers in einer nicht leuchtenden Flamme

erzeugt werden und helle Linien darstellen (Kali-Natron-Lithionlinien), und

Absorptionsspektren, welche durch die Absorption eines Teiles der Lichtstrahlen beim Durchgang durch Flüssigkeiten erzeugt werden und dunkle Streifen darstellen (Sonnenlinien, Hämoglobinspektren).

Die neuen Spektroskope besitzen Einrichtungen zum Vergleich von zwei Spektren, wodurch jede Verschiedenheit deutlich sichtbar wird. Die brauchbarsten Instrumente sind die Taschenspektroskope nach Vogel[1]).

Litteratur: H. W. Vogel, Prakt. Spektralanalyse irdischer Stoffe. Berlin 1889.

Chemischer Nachweis

Um Kohlenoxyd chemisch nachzuweisen (event. zu bestimmen) zersetzt man das Kohlenoxydhämoglobin in dem mit der Luft geschüttelten Blut durch Erwärmen und leitet das Kohlenoxyd in eine Palladiumchlorürlösung (1 : 500).

Fodor[2]), welcher diese Methode angegeben hat, bringt das mit Kohlenoxydluft geschüttelte Blut in einen Kolben mit doppelt durchbohrtem Kork, durch den mittelst eines Aspirators Luft gesaugt wird. Die Luft wird erst durch ein Absorptionskölbchen mit Palladiumchlorür geleitet, um event. enthaltenes Kohlenoxyd oder andere Palladiumchlorür reduzierende Stoffe dort abzugeben, nimmt dann aus dem auf dem kochenden Wasserbad erwärmten Blut das Kohlenoxyd auf und wird nun zuerst durch ein Absorptionskölbchen mit Schwefelsäure, dann durch ein solches mit Bleiacetat geleitet, wo Ammoniak und Schwefelwasserstoff abgegeben werden, welche die Reaktion stören würden. Dann gelangt die Luft in das Absorptionskölbchen mit Palladiumchlorür, giebt dort das Kohlenoxyd ab und geht in den Aspirator über. Das Erwärmen des Blutes und das Darüberleiten von Luft muss mindestens $^1/_2$ Stunde lang fortgesetzt werden.

Kohlenoxyd scheidet aus Palladiumchlorürlösung schwarzes, metallisches Palladium, oft als Häutchen, ab.

Während die spektroskopische Methode höchstens 2.5 ‰ Kohlenoxyd anzeigt, also eine Menge, die bedeutend die sanitär zulässige überschreitet, lassen sich mit der Fodorschen Methode noch 0.2 ‰ Kohlenoxyd erkennen.

---

[1]) A. Krüss, Hamburg. Preis 48 M.

[2]) Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 12. 377.

Sonstige gasförmige Bestandteile der Luft.

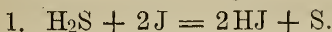
Um die übrigen gasförmigen Bestandteile der Luft, welche meist in sehr geringer Menge vorhanden sind, zu bestimmen, bedient man sich chemischer, teils gewichts-, teils massanalytischer Methoden.

Die wichtigeren Gase sind:

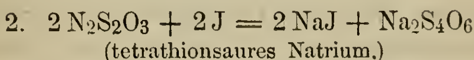
Schwefelwasserstoff

1. Schwefelwasserstoff: Qualitativ durch den Geruch sicher zu konstatieren oder durch Schwärzung eines angefeuchteten, mit Bleiacetatlösung getränkten Filtrierpapiers.

   Quantitativ durch Einleiten der Luft in titrierte Jodlösung und Zurücktitrieren des Jods mit unterschwefligsaurem Natron und Kleister. Man benützt von beiden Normallösungen.

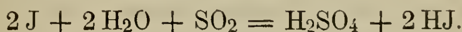
   1. $H_2S + 2J = 2HJ + S.$

   2. $2N_2S_2O_3 + 2J = 2NaJ + Na_2S_4O_6$
   (tetrathionsaures Natrium.)

Schweflige Säure

2. Schweflige Säure: Quantitativ durch Einleiten in Haassche Jodlösung und Weiterbehandlung wie unter Bier.

   $2J + 2H_2O + SO_2 = H_2SO_4 + 2HJ.$

Chlor

3. Chlor und Chlorwasserstoff. Man leitet die Luft durch titrierte Silbernitratlösung (Artikel „Wasser“, Seite 94) und titriert mittelst Chlornatriumlösung zurück.

Ammoniak

4. Ammoniak. Man leitet die Luft durch Normalschwefelsäure und titriert mittelst $^1/_{10}$ Normalammoniak zurück.

III.

Chemische Untersuchung des Wassers.

Die Untersuchung des Wassers kann chemisch und bakteriologisch vorgenommen werden.

Entnahme einer Wasserprobe.

Probenahme

Wenn Wasser zur chemischen Untersuchung entnommen werden soll, so muss vor allem jeder möglichen Verunreinigung durch die Probenahme vorgebeugt werden. Zur Aufnahme des Wassers sollen nur Glasflaschen, wenn möglich neu und aus weissem Glas, dienen; dieselben werden erst mit siedendem Wasser, dann mit kaltem Wasser und endlich an Ort und Stelle dreimal mit dem zu untersuchenden Wasser ausgespült.

Äther und Alkohol dürfen zum Reinigen der Flaschen nicht verwendet werden.

Steinkrüge und Flaschen aus dunklem Glase eignen sich nicht, da man sich nie von der Reinheit derselben überzeugen kann.

Die Flaschen werden nahezu voll gefüllt, dann mit einem neuen Kork, den man mehrmals mit Wasser abgespült hat, gut verschlossen, mit Spagat überbunden, gesiegelt und etikettiert. Auf die Etikette notiert man:

1. Bezeichnung des Ortes und des Datums der Entnahme.
2. Temperatur des Wassers und der Luft in ^{0} C.

Für die Untersuchung, ob ein Wasser als Trink- oder Nutzwasser brauchbar ist, sind mindestens 2 Liter Wasser zu entnehmen, nach Umständen ist noch mehr Wasser erforderlich.

Quellwasser lässt man mittelst eines Trichters direkt in die Flaschen einlaufen, Flusswasser füllt man ein, indem man die Flasche verkehrt unter Wasser hält, die Mündung ca. 25 cm unter dem Spiegel, und dann umdreht; bei Pumpbrunnen hat man mindestens 10 Minuten lang zu pumpen, um alle Unreinigkeiten und das im Brunnenstock stehende Wasser zu entfernen, ehe man die Flasche füllt und bei Schöpfbrunnen ist der Eimer mehrmals zu füllen und auszuspülen, ehe man eine Probe daraus nimmt.

Man beobachtet nun vor allem die äusseren Eigenschaften des Wassers und zwar

1. Klarheit. Das Wasser kann völlig klar, opaleszierend oder trüb sein, die Trübung selber, welche durch suspendierte Stoffe hervorgerufen wird, kann stark oder schwach sein. Endlich kann das Wasser grössere Flocken, Fragmente organisierter Körper, Sand, lebende Organismen und sonstige suspendierte Stoffe oder Bodensätze enthalten. Die suspendierten Stoffe setzen sich bei ruhigem Stehen des Wassers ab, das über dem Niederschlag stehende Wasser kann dann klar abgegossen oder mittelst Pipette oder Heber abgehoben werden. **Klarheit**

2. Farbe. Man bringt das Wasser in ca. 50 cm hohe Cylinder aus farblosem Glase, stellt dieselben auf weisses Papier und beobachtet die Farbe des Wassers, indem man von oben herab durch das Wasser sieht. **Farbe**

   Am besten stellt man einen Cylinder mit absolut farblosem Wasser zum Vergleich daneben.

Falls in einem Wasser Reste organischer Stoffe oder deren Zersetzungsprodukte vorhanden sind, wird das Wasser stets lebende Organismen enthalten, deren kleinste selbst in reinem Quellwasser nicht völlig fehlen.

Die Untersuchung dieser lebenden Organismen zerfällt in zwei Abschnitte:

a) die bakteriologische Untersuchung,
b) die mikroskopische Untersuchung des Bodensatzes des Wassers.

Zur Untersuchung des Bodensatzes lässt man das Wasser in engen hohen Cylindern klar absetzen und untersucht dann den Bodensatz bei 300facher Vergrösserung, in wieweit derselbe mineralischer, pflanzlicher oder tierischer Natur ist.

Temperatur

3. Temperatur. Zur Bestimmung der Temperatur von Fluss- oder Brunnenwässern dient zweckmässig das unter Artikel „Boden“ beschriebene unempfindliche Thermometer mit Wasserbehälter, das man bis zum konstanten Stand im Wasser belässt.

Die chemische Untersuchung des Wassers kann eine qualitative oder eine quantitative sein.

Die Stoffe, welche im Wasser gelöst sind, können mit Rücksicht auf die hygienische Beurteilung desselben unterschieden werden in solche, welche im Wasser vorkommen dürfen und in solche, welche aus später zu erörternden Gründen nicht darin enthalten sein sollen.

Bei den ersteren ist eine quantitative Bestimmung nötig, bei den letzteren genügt der qualitative Befund für die Beurteilung des Wassers.

In Wasser dürfen die folgenden Stoffe vorkommen:

a) Gase: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure.

b) Salze mit den Basen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia (Eisen.)
" mit den Säuren: Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure.

c) Organische Stoffe.

Nicht vorkommen sollen

a) Gase: Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffe und andere schädliche Gase.

b) Salze mit den Basen: Ammon, Blei, Kupfer, Zink.
" mit den Säuren: Salpetrige Säure, Phosphorsäure.

A. Qualitative Untersuchung des Wassers.

1. Gase.

Freie Kohlensäure

Von den im Wasser vorkommenden Gasen beansprucht die freie Kohlensäure hygienisches Interesse. Der Nachweis erfolgt nach v. Pettenkofer:

Man versetzt 100 ccm Wasser mit 10 Tropfen Rosolsäurelösung, stellt das Glas auf weisses Papier und beobachtet die Farbe; wenn freie Kohlensäure vorhanden ist, so entfärbt sich die Rosolsäure zu gelb.

Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff giebt sich in Wässern durch den Geruch, besonders bei frisch geöffneten Flaschen zu erkennen; zum chemischen Nachweis erwärmt man das Wasser in einem Kolben, verschliesst den Hals lose mit einem Kork und klemmt zwischen Hals und Kork ein Streifchen angefeuchtetes, mit Bleiacetatlösung getränktes Filtrierpapier (Bleipapier). Wenn Schwefelwasserstoff vorhanden ist, färbt sich das Bleipapier infolge Bildung von Bleisulfid schwarz.

2. Gelöste Salze.

a) Säuren.

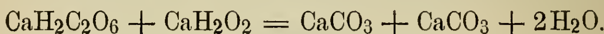
Kohlensäure

1. Kohlensäure an Basen gebunden kommt in Wasser in zwei Arten vor, nämlich als völlig gebundene (Monokarbonatkohlensäure) und als halb gebundene (Bikarbonatkohlensäure).

Die Monokarbonate der Alkalien (Kali, Natron) sind in Wasser löslich, die der Erdalkalien (Kalk, Magnesia) nicht. An das an und für sich in Wasser unlösliche einfach kohlensaure Erdalkali tritt jedoch ein zweites Molekül Kohlensäure und das Salz löst sich dann als doppelkohlensaures Salz (Bikarbonat) in Wasser.

Bikarbonate

Die halbgebundene Kohlensäure wird nachgewiesen, indem man das Wasser mit klarem Kalkwasser versetzt: es tritt dann die halbgebundene Kohlensäure an den Kalk und es entsteht eine weisse Fällung von Erdalkalimonokarbonaten:



$$CaH_2C_2O_6 + CaH_2O_2 = CaCO_3 + CaCO_3 + 2H_2O.$$

Durch Kochen des Wassers werden die Bikarbonate ebenfalls zerlegt, es entweicht die halbgebundene Kohlensäure und bildet sich Monokarbonat. Die Alkalimonokarbonate bleiben gelöst, Erdalkalimonokarbonat aber scheidet sich unlöslich ab:



$$CaH_2C_2O_6 = CaCO_3 + H_2O + CO_2.$$

Monokarbonat-kohlensäure

Zum Nachweis der ganz gebundenen Kohlensäure dampft man das Wasser ein und versetzt den getrockneten Rückstand mit verdünnter Salzsäure. Kohlensäure entweicht unter Aufbrausen.



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2.$$

Kieselsäure

2. Kieselsäure. 250 ccm Wasser werden in einer Platinschale zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Salzsäure gelöst und neuerdings verdampft. Löst man nun in verdünnter Salzsäure, so bleibt die Kieselsäure in Gestalt feiner, weisser Flocken unlöslich zurück und kann ausgewaschen, geglüht und gewogen werden.

Schwefelsäure

3. Schwefelsäure. Man versetzt 50 ccm Wasser mit einigen Tropfen Salzsäure und 1 ccm Baryumchloridlösung — es wird dann die Schwefelsäure als unlösliches, schweres, weisses Baryumsulfat gefällt:



$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl.$$

Chlor

4. Chlor. 50 ccm Wasser werden mit 5 Tropfen verdünnter Salpetersäure und einigen Tropfen Silbernitratlösung versetzt; es bildet sich unlösliches, weisses, flockiges Silberchlorid, das sich am Lichte violett färbt und im Überschuss von Ammoniak löslich ist:



$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3.$$

Salpetersäure

5. Salpetersäure. Man giebt in ein Reagensglas etwa 2 ccm konzentrierte Schwefelsäure und einige Kryställchen von Diphenylamin, löst letztere durch Umschütteln und schichtet dann vorsichtig 10 Tropfen Wasser auf die Schwefelsäure. Bei Gegenwart von Salpetersäure bildet sich an der Berührungsschichte eine Blaufärbung, die beim Schütteln sich in der ganzen Flüssigkeit verteilt.

Salpetrige Säure

6. Salpetrige Säure. N_2O_3 (oder HNO_2.)

In einen Cylinder aus farblosem Glas giebt man etwa 50 ccm Wasser, stellt den Cylinder auf weisses Papier, setzt 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure und dann 1 ccm Jodzinkstärkelösung zu und schüttelt um: eine sofort auftretende Blaufärbung beweist Gegenwart von salpetrigsauren Salzen.

Die Schwefelsäure macht aus den salpetrigsauren Salzen (Nitriten) die salpetrige Säure frei, diese macht aus dem Jodzink das Jod frei und letzteres giebt mit dem Stärkekleister die bekannte blaue Färbung.



$$2 KaNO_2 + H_2SO_4 = 2 NO_2 + 2 KaHSO_4$$



$$NO_2 + KaJ = KaNO_2 + J.$$

Die Reaktion muss vor Sonnenlicht geschützt ausgeführt werden, da dieses ebenfalls Jod frei macht, ausserdem ist nur eine sofortige Blaufärbung beweisend.

Phosphorsäure

7. Phosphorsäure. 250 ccm Wasser werden in einer Platinschale auf 50 ccm eingedampft, mit Salpetersäure übersättigt und mit Ammonmolybdatlösung versetzt. Bei Gegenwart von Phosphorsäure bildet sich innerhalb 24 Stunden und unter 40° Temperatur ein gelber Niederschlag.

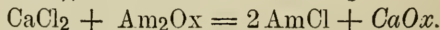
b) Basen.

Alkalien

1. Kalium und Natrium. Der qualitative Nachweis beider Elemente erfolgt im Spektralapparat, in dem sich Natrium durch die gelbe Linie *D*, Kalium durch die rote Linie *A* und die violette Linie *Kaβ* vor *H* kennzeichnet. Man dampft 250 ccm Wasser ein, löst den Rückstand in ein paar Tropfen Salpetersäure, befeuchtet damit die Öse eines ausgeglühten Platindrahtes und bringt dieselbe in eine nicht leuchtende Flamme vor dem Spalt des Spektroskops.

Calcium

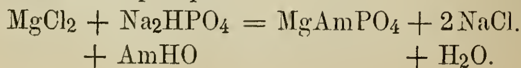
2. Calcium. 100 ccm Wasser werden in einem Becherglas mit Salzsäure bis zur sauren Reaktion versetzt, gekocht, dann mit Ammoniak alkalisch gemacht und mit 1 ccm Ammonoxalatlösung versetzt: es bildet sich ein weisser Niederschlag, der sich durch Kochen rasch zusammenballt. Der Niederschlag ist oxalsaurer Kalk (Calciumoxalat), der unlöslich in Essigsäure ist.



$$CaCl_2 + Am_2Ox = 2\,AmCl + CaOx.$$

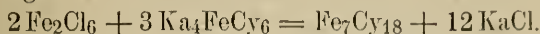
Magnesium

3. Magnesium. Der Niederschlag von oxalsaurem Kalk wird abfiltriert, das Filtrat nochmals mit 10 Tropfen Ammonoxalatlösung versetzt, um zu sehen, ob aller Kalk ausgefällt war, und, falls es klar bleibt, mit 10 Tropfen Natriumphosphatlösung versetzt und mit einem Glasstab gut durchgerührt. Es bildet sich schon bei geringen Mengen sofort und selbst bei Spuren noch nach einigen Stunden ein weisser, krystallinischer Niederschlag von Magnesiumammonphosphat.



$$\begin{array}{l} MgCl_2 + Na_2HPO_4 = MgAmPO_4 + 2\,NaCl. \\ \qquad + AmHO \qquad\qquad\qquad + H_2O. \end{array}$$

4. Eisen. Der Rückstand von 250 ccm Wasser, in einer Porzellanschale abgedampft, wird in heisser, verdünnter Salpetersäure gelöst und mit 5 Tropfen Kaliumferrocyanidlösung versetzt; wenn eine Blaufärbung (oder bei geringen Mengen Grünfärbung) eintritt, beweist dies Gegenwart von Eisen: Eisen



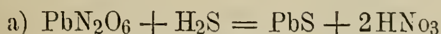
$$2\,Fe_2Cl_6 + 3\,Ka_4FeCy_6 = Fe_7Cy_{18} + 12\,KaCl.$$

5. Schwermetalle. 5 Liter Wasser werden in einer Porzellanschale unter Zusatz von Salpetersäure und Ammonnitratlösung auf 50 ccm eingedampft, der Rest wird in ein Becherglas gespült und 10 Minuten lang Schwefelwasserstoffgas eingeleitet. Schwermetalle

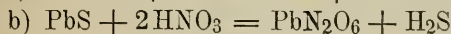
Entsteht hiebei ein schwarzer Niederschlag, so kann derselbe von Blei oder Kupfer herrühren.

Um beide Metalle zu unterscheiden, lässt man den Niederschlag absitzen, filtriert ihn ab und wäscht mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser aus, durchstösst die Spitze des Filters und spritzt den Niederschlag mittelst einer Spritzflasche in ein Kölbchen ab.

Der Niederschlag wird dann in heisser, verdünnter Salpetersäure gelöst, die Lösung neuerdings filtriert und mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt; wenn Blei vorhanden ist, so bildet sich ein weisser schwerer Niederschlag von Bleisulfat. Blei



a) $PbN_2O_6 + H_2S = PbS + 2\,HNo_3$



b) $PbS + 2\,HNO_3 = PbN_2O_6 + H_2S$

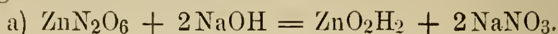


c) $PbN_2O_6 + H_2SO_4 = \boldsymbol{PbSO_4} + 2\,HNO_3.$

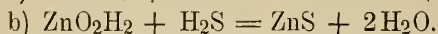
Die Flüssigkeit wird abfiltriert und mit Ferrocyankaliumlösung versetzt; wenn Kupfer vorhanden ist, so bildet sich rotbraunes Ferrocyankupfer als flockiger Niederschlag. Kupfer

Das Filtrat vom Schwefelwasserstoff-Niederschlage dient zum Nachweis des Zinks. Man kocht das Filtrat und versetzt es, wenn es nicht mehr nach Schwefelwasserstoff riecht, mit einem Überschuss von Natronlauge. Zink

Es bildet sich Zinkhydroxyd, das sofort wieder gelöst wird. Man filtriert vom Unlöslichen ab und leitet in das Filtrat Schwefelwasserstoffgas ein: ein entstehender weisser Niederschlag ist Schwefelzink.



a) $ZnN_2O_6 + 2\,NaOH = ZnO_2H_2 + 2\,NaNO_3.$



b) $ZnO_2H_2 + H_2S = ZnS + 2\,H_2O.$

Ammoniak

6. Ammoniak. Man versetzt 50 ccm Wasser in einem Cylinder aus farblosem Glas, der auf weissem Papier steht, mit 1 ccm Nesslers Reagens (Quecksilberkaliumjodidlösung); bei Gegenwart von Ammonsalzen entsteht ein gelber bis orangefarbener Niederschlag oder eine solche Färbung von Quecksilberammonjodid.



$NH_4Cl + 2\,HgKaJ_3 + 4\,KaOH =$



$Hg_2\ NH_2\ OJ + 5\,KaJ + KaCl + 3\,H_2O.$

Freie Kohlensäure verhindert die Gelbfärbung, ferner werden durch das überschüssige, im Nesslerschen Reagens enthaltene Kalihydrat gleichzeitig die Erdalkalien gefällt.

Dieser nebensächliche Niederschlag verdeckt eine schwache Gelbfärbung und liesse daher, wie dies bei Gegenwart freier Kohlensäure der Fall ist, Ammoniak übersehen. Um dies zu vermeiden, versetzt man zuvor 200 ccm Wasser mit 5 ccm einer Mischung von 3 ccm Natriumhydratlösung und 2 ccm Natriumkarbonatlösung, lässt den Niederschlag absetzen und nimmt 50 ccm des klaren, von Erdalkalien und freier Kohlensäure befreiten Wassers zur Ammoniakprüfung.

c) Organische Stoffe.

100 ccm Wasser werden in einer Platinschale zur Trockne verdampft, der Rückstand wird auf einer schwachen Flamme geglüht. Bei Gegenwart organischer Stoffe tritt eine mehr oder minder starke Bräunung oder Schwärzung ein, welche bei fortgesetztem Glühen verschwindet.

Sind viel stickstoffhaltige organische Stoffe zugegen so tritt am Anfang des Verkohlens ein Geruch auf, der an brennendes Haar erinnert.

B. Quantitative Untersuchung des Wassers.

Man hat sich geeinigt, die Bestandteile des Wassers in Milligrammen pro Liter (mg pro l), also Teile in Million Teilen anzugeben.

Für die hygienische Beurteilung eines Wassers ist die Gesamtanalyse nicht notwendig, hiefür genügt vielmehr die Bestimmung von Abdampfrückstand, Chlor, Salpetersäure und Sauerstoffverbrauch in Verbindung mit der qualitativen Prüfung auf Ammoniak, salpetrige Säure und freie Kohlensäure.

Abdampfrückstand

1. Abdampfrückstand = Gesamtmenge der festen Bestandteile.

Eine Porzellan- oder Platinschale von etwa 120 ccm Inhalt wird gut gereinigt, getrocknet, genau gewogen und auf ein Wasserbad gesetzt.

Dann misst man in einem Messcylinder 250 ccm des Wassers genau ab, fettet den Ausguss des Cylinders ein und giesst nun portionenweise das Wasser in die Schale, so dass dieselbe bis etwa 1 cm der Höhe angefüllt ist. Man verdampft so alles Wasser zur Trockne und trocknet dann noch 3 Stunden im Trockenschrank bei 100° C.

Die Verdampfung kann auch über Asbestplatten ausgeführt werden, doch darf das Wasser nicht in wallendes Kochen kommen.

Man lässt den getrockneten Rückstand im Schwefelsäureexsikator erkalten, wägt und trocknet neuerdings 3 Stunden. Zeigen die beiden Wägungen keine oder nur sehr geringe Differenzen, so ist die Arbeit vollendet, andernfalls muss nochmals 3 Stunden getrocknet werden. Die Gewichtszunahme der Schale ist gleich dem Abdampfrückstand in 250 ccm Wasser.

Beispiel:

	Schale allein	61.877 g,
	Schale mit Rückstand	
	nach 3 Stunden	62.080 „
	„ 6 „	62.002 „
	„ 9 „	62.000 „
somit:	Schale + Rückstand	62.000 „
	Schale allein	61.877 „
	Rückstand von 250 ccm Wasser	0.123 g,

also in 1000 ccm (4 × 250) Wasser 4 × 0.123 g = 0.492 g.

1 Liter Wasser giebt somit 0.492 g Abdampfrückstand.

Chlor

Chlor. Cl = 35.5.

Die Bestimmung des Chlors, welches in den im Wasser vorkommenden neutralen Chloriden (Chlornatrium, -kalium, -calcium, -magnesium) enthalten ist, findet massanalytisch mit titrierter Silbernitratlösung unter Benützung von Kaliumchromat als Indikator statt. Lässt man nämlich in eine neutrale Lösung, welche Chloride und Kaliumchromat nebeneinander enthält, Silbernitratlösung einfliessen, so fällt das Silbernitrat zuerst alles Chlor als Chlorsilber, die Flüssigkeit trübt sich weiss, bleibt aber gelb.

Wenn alles Chlor ausgefällt ist, wird auch die Chromsäure des Kaliumchromats als rotbraunes Silberchromat vom Silbernitrat gefällt. Sowie also die rein gelbe Farbe der Flüssigkeit in eine rötliche umschlägt, ist bereits etwas mehr Silbernitrat zugesetzt worden, als dem Chlor entspricht, und bereits alles Chlor ausgefällt.

Man versetzt 100 ccm Wasser mit 3 Tropfen einer neutralen, chlorfreien Kaliumchromatlösung, stellt das Becherglas auf weisses Papier und lässt aus einer Glashahnbürette unter stetem Umrühren des Wassers mit einem Glasstab solange titrierte Silbernitratlösung zufliessen, bis eben eine schwache Rotfärbung auftritt.



$$KaCl + AgNO_3 = AgCl + KaNO_3$$



$$Ka_2CrO_4 + 2\,AgNO_3 = 2\,AgCrO_4 + 2\,KaNO_3.$$

Den Verbrauch an Silbernitratlösung notiert man sich.

Die Silbernitratlösung muss so gestellt werden, dass 1 ccm = 1 mg Chlor.

Um eine solche Lösung zu bereiten, berechnet man nach der chemischen Gleichung der Umsetzung die nötige Menge Silbernitrat. Bereitung der Silbernitratlösung

Nach der Gleichung



$$KaCl + AgNO_3 = AgCl + KaNO_3$$

fällt 1 Molekül Silbernitrat 1 Atom Chlor, oder in Gewicht ausgedrückt: 170 Teile Silbernitrat fällen 35.5 Teile Chlor.

Nun soll 1 ccm der Lösung 1 mg Chlor entsprechen, man hat daher den Ansatz:

$$35.5 : 170 = 1 : x, \quad \text{woraus } x = \frac{170}{35.5} = 4.788 \text{ mg},$$

d. h. löst man in 1 ccm 4.788 mg Silbernitrat, so entspricht 1 ccm dieser Lösung 1 mg Chlor.

Man hat daher 4.788 g Silbernitrat auf 1 Liter aufzulösen. Diese Lösung ist im Dunkeln aufzubewahren.

Bei Verwendung von 100 ccm Wasser ist zur Hervorrufung der Endreaktion 0.1 ccm Silbernitratlösung nötig; diese Menge muss daher vom Gesamtverbrauch abgezogen werden, der Rest wird auf Chlor in 1 Liter Wasser berechnet, z. B.:

Gesamtverbrauch für 100 ccm Wasser	6.8 ccm,
ab für die Endreaktion	0.1 „
Verbrauch für Chlor in 100 ccm	6.7 ccm.

Es enthalten also 100 ccm Wasser 6.7 mg Chlor,
folglich 1000 ccm „ 67 mg.

Bei Gegenwart von viel organischen Substanzen ist diese Bestimmung unsicher. In diesem Falle sind 100 ccm Wasser in einer Platinschale zur Trockne zu verdampfen und gelinde zu glühen, der Rückstand ist in destilliertem Wasser zu lösen, die Lösung, falls sie alkalisch reagiert, mit verdünnter Salpetersäure völlig zu neutralisieren und wie oben zu titrieren.

Da die Silbernitratlösung ihren Titer allmählig verändert, ist sie von Zeit zu Zeit auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Dies geschieht durch Titrieren mit Chlornatriumlösung, wovon 1 ccm = 1 mg Chlor ist. Um eine solche Lösung zu erhalten, löst man 1.647 g reines geglühtes Natriumchlorid in 1 Liter Wasser und titriert damit, wie angegeben, die Silbernitratlösung. Für 10 ccm der Natriumchloridlösung muss man, falls die Silbernitratlösung richtig ist, 10.1 ccm bis zur schwachen Rotfärbung verbrauchen.

Man kann übrigens auch eine mit der Zeit schwächer gewordene Silbernitratlösung noch benützen, wenn man den Titer durch die Chlornatriumlösung auf diese Art ermittelt und die Differenz in Rechnung setzt.

Salpetersäure

3. Salpetersäure. $N_2O_5 = 108 \cdot HNO_3 = 63$.

Zur Bestimmung der Salpetersäure in Wässern benützt man am einfachsten die Titrierung mit Indigolösung. Das Indigoblau wird nämlich in stark saurer, heisser Lösung durch Salpetersäure zu Indigoweiss reduziert, es entstehen jedoch auch braun und gelb gefärbte Zwischenprodukte, welche die Schärfe der Reaktion etwas beeinträchtigen.

Im allgemeinen lässt sich bei Einhaltung gewisser Konzentrationen und Versuchsbedingungen sagen, dass die zersetzte Indigomenge proportional ist der Salpetersäure.

Indigolösung

Die Indigolösung bereitet man sich so, dass

1 ccm hievon = 0.1 mg Salpetersäure (N_2O_5).

1 Teil gepulvertes Indigotin wird unter Abkühlung in 6 Teile rauchende Schwefelsäure eingetragen und die Lösung in 40 Teile Wasser gegossen. 200 ccm dieser konzentrierten Lösung auf 6000 ccm verdünnt, geben eine Indigolösung von der ungefähr richtigen Stärke.

Die genaue Einstellung erfolgt durch Titrieren gegen eine Salpetersäurelösung von bekanntem Gehalt. Als solche dient eine Lösung von Kaliumnitrat, welche in 1 ccm 0.1 mg Salpetersäure enthält.

Da 2 Moleküle Kaliumnitrat ($KaNO_3$) = 202 Gew.-Teilen, 1 Molekül Salpetersäure (N_2O_5) = 108 Gew.-Teilen, entsprechen, so hat man nach dem Ansatz

$$108 : 202 = 0.1 : x, \text{ woraus } x = 0.18724,$$

0.18724 mg Kaliumnitrat in 1 ccm oder
0.18724 g Kaliumnitrat auf 1 Liter zu lösen.

10 ccm dieser Lösung (= 1 mg Salpetersäure) verdünnt man in einem Erlenmeyerkölbchen mit 15 ccm salpetersäurefreiem Wasser und titriert wie unten angegeben mit der Indigolösung.

Verbraucht man bis zur Grünfärbung genau 10 ccm, so ist die Indigolösung richtig. Verbraucht man aber beispielsweise nur 6 ccm, so ist die Indigolösung zu stark und muss verdünnt werden. Hiezu muss man die Menge der Indigolösung genau kennen oder ein bestimmtes Volumen hievon abmessen; z. B. 2000 ccm.

6 ccm dieser Lösung entsprechen 1 mg Salpetersäure, es sollen aber 10 ccm 1 mg entsprechen, man muss daher auf je 6 ccm Indigolösung 4 ccm dest. Wasser zusetzen. Auf 2000 ccm sind dann $\frac{2000 \times 4}{6} = 1333.3$ ccm Wasser zuzusetzen. Die neue verdünnte Indigolösung ist natürlich nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Die Indigolösung ist im Dunkeln und gut verschlossen aufzubewahren.

Titrieren

Man giebt in ein Erlenmeyerkölbchen von 150 ccm Inhalt 25 ccm Wasser, setzt unter stetem Umschütteln 25 ccm konzentrierte Schwefelsäure zu, wodurch die Mischung sehr heiss wird und lässt nun sofort aus einer Bürette solange titrierte Indigolösung unter Schütteln einfliessen, bis die Farbe, gegen weisses Papier gesehen, eben grün ist, somit ein wenig unzersetztes Indigoblau sich in der Flüssigkeit befindet.

Man wiederholt dann die Bestimmung und nimmt aus dem Indigoverbrauch in beiden Versuchen das Mittel.

Falls man mehr als 15 ccm Indigolösung verbrauchte, hat man den zweiten und dritten Versuch mit verdünntem Wasser anzustellen, z. B. verdünnt man 25 ccm Wasser mit reinem destillierten Wasser auf 100 ccm und nimmt hievon 25 ccm.

Zur absolut genauen Bestimmung der Salpetersäure sind verschiedene chemische Methoden in Gebrauch, so von Schultze, Schlösing[1]), König[2]) u. s. w.; für hygienische Zwecke genügt die beschriebene Indigomethode, welche von Marx vorgeschlagen, von Goppelsröder u. A. verbessert worden ist, vollständig.

Bei Gegenwart von salpetriger Säure wird dieselbe als Salpetersäure mitbestimmt; ein einfaches Verfahren zur Bestimmung jeder der beiden Säuren ist bisher noch nicht bekannt.

4. Organische Stoffe.

Organische Stoffe

Die im Wasser enthaltenen organischen Stoffe, meist unbekannter Natur, können durch Glühen des Abdampfrückstandes als Glühverlust bestimmt werden.

Glühverlust

Es ist jedoch zu beachten, dass durch das Glühen auch andere Stoffe, so insbesondere Ammonsalze, salpetrigsaure und salpetersaure Salze, Erdalkalikarbonate, Chloride zersetzt oder verändert werden, welcher Verlust nur teilweise ersetzt werden kann, z. B. die Kohlensäure durch Befeuchten des Glührückstandes mit Ammonkarbonatlösung und Trocknen bei 100° C. Es bietet daher der Gesamtglühverlust kein ganz richtiges Bild der organischen Substanzen.

Sauerstoffverbrauch

Die jetzt allgemein zur Bestimmung der organischen Stoffe angewendete Methode besteht darin, die Menge Sauerstoff zu ermitteln, welche dieselben zu ihrer Oxydation brauchen, was durch Titrieren des Wassers

---

[1]) Anal. Chemie. [3] 40. 479.

[2]) Chem. d. menschl. Nahrungs- u. Genussm. II. 1883.

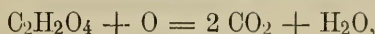
mit Kaliumpermanganat- (Chamäleon) Lösung geschieht. (Methode von Kubel.[1])

Man braucht hiezu

1. ungefähr titrierte Kaliumpermanganatlösung,
2. titrierte Oxalsäure, wovon 1 ccm = 0.1 mg Sauerstoff,
3. Schwefelsäure von 25 %.

Oxalsäure

Zur Herstellung der Oxalsäurelösung ist es nötig, den chemischen Vorgang der Oxydation der Oxalsäure zu kennen. Derselbe verläuft nach folgender Gleichung:



$$C_2H_2O_4 + O = 2\,CO_2 + H_2O,$$

es werden also 126 Gewichtsteile Oxalsäure (mit 2 Mol. Krystallwasser) durch 16 Gewichtsteile Sauerstoff oxydiert.

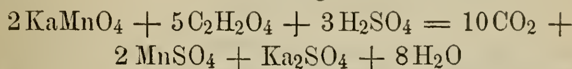
Nun soll 1 ccm Oxalsäure 0.1 mg Sauerstoff entsprechen, man hat daher den Ansatz: $126 : 16 = x : 0.1$,

woraus $x = \frac{0.1 \times 126}{16} = 0.7856$ mg Oxalsäure.

Löst man also 0.7856 g Oxalsäure auf 1 Liter, so entspricht 1 ccm der Lösung 0.1 mg Sauerstoff.

Chamäleonlösung

Zur Herstellung der ungefähr richtigen Chamäleonlösung löst man etwa 0.4 g Kaliumpermanganat in 1 Liter Wasser, da nach der Gleichung



$$2\,KaMnO_4 + 5\,C_2H_2O_4 + 3\,H_2SO_4 = 10\,CO_2 + 2\,MnSO_4 + Ka_2SO_4 + 8\,H_2O$$

2 Moleküle Kaliumpermanganat 5 Atome Sauerstoff, also 314 Gewichtsteile Chamäleonlösung 80 Gewichtsteile Sauerstoff abgeben.

Nun soll 1 ccm Chamäleonlösung = 0.1 mg Sauerstoff sein, also sind in 1 Liter 0.392 g Kaliumpermanganat zu lösen. Zweckmässiger nimmt man rund 0.4 g auf 1 Liter und titriert dann diese Lösung, wie oben angegeben, mit Oxalsäure und verdünnter Schwefelsäure.

[1]) Kubel-Tiemann, Anleit. z. Untersuch. des Wassers. 1889.

Bei der Veränderlichkeit einer so verdünnten Chamäleonlösung, wie sie hier nötig ist, ist es zweckmässig, gleichzeitig mit der Bestimmung der organischen Substanzen die Titerstellung der Chamäleonlösung zu verbinden.

Titrieren

Man reinigt eine Porzellanschale von etwa 200 ccm Inhalt von organischen Substanzen, indem man die Schale mit destilliertem Wasser, dem man etwas Schwefelsäure und einige Tropfen Chamäleonlösung zusetzt, auskocht und dann gut abtropfen lässt.

I. Man erwärmt in dieser Schale

100 ccm des zu untersuchenden Wassers,
5 „ der verdünnten Schwefelsäure,
10 „ der Chamäleonlösung,

kocht genau 5 Minuten, vom ersten Wallen an gerechnet, setzt 10 ccm Oxalsäurelösung zu und erwärmt weiter bis die Flüssigkeit völlig farblos ist und etwa ausgeschiedene braune Flocken (Braunstein) gelöst sind.

Dann setzt man unter stetem Kochen aus einer Giessbürette soviel Chamäleonlösung zu, bis eben wieder Rötung eintritt, z. B. 2.1 ccm.

Durch die Gesammtmenge des zugesetzten Chamäleons, also $10 + 2.1 = 12.1$ ccm wurden nun oxydiert

a) die organischen Substanzen in 100 ccm Wasser,
b) 10 ccm Oxalsäurelösung.

Titerstellung

II. Man muss nun ermitteln, wieviel Chamäleonlösung für 10 ccm Oxalsäurelösung allein nötig ist, d. h. man muss den Titer der Chamäleonlösung stellen.

Zu dem Zwecke giebt man zu dem schwach rötlich gefärbten, von allen organischen Stoffen befreiten Wasser des Versuchs I neuerdings 10 ccm Oxalsäurelösung und fügt unter Kochen aus der Giessbürette solange Chamäleonlösung zu, bis eben wieder Rötung eintritt, z. B. 8.4 ccm.

Man weiss nun, diese 8.4 ccm Chamäleonlösung entsprechen 10 ccm Oxalsäurelösung oder 1 mg Sauerstoff.

Bei sehr unreinen Wassern ist diese Titerstellung mit destilliertem Wasser durchzuführen.

III. Die Berechnung ist nun einfach: die

org. Stoffe + 10 ccm Oxalsäurelös.	brauchten	12.1	ccm Cham.
10 „ „	allein	8.4	„ „
folglich brauchten die organischen Stoffe		3.7	ccm Cham.

Nun entsprechen aber 8.4 ccm Chamäleonlösung 10 ccm Oxalsäurelösung oder 1 mg Sauerstoff, nach dem Ansatz

$$8.4 : 1 = 3.7 : x, \text{ woraus } x = \frac{3.7}{8.4} = 0.44 \text{ mg},$$

es entsprechen also 3.7 ccm Chamäleonlösung 0.44 mg Sauerstoff, d. h. die organischen Stoffe in 100 ccm Wasser erfordern zur Oxydation 0.44 mg Sauerstoff, die in 1000 ccm also 4.4 mg Sauerstoff.

Härte des Wassers.

Unter Härte versteht man in Deutschland die in 100 000 Teilen Wasser enthaltenen Teile Calciumoxyd (Kalk), plus der Magnesia, letztere in ihr Äquivalent Kalk umgerechnet. Härte

1 Molekül Kalk (CaO) ist äquivalent 1 Molekül Magnesia (MgO), oder 56 Gewichtsteile Kalk sind gleich 40 Gewichtsteilen Magnesia. Man erhält daher die äquivalente Kalkmenge, wenn man die Menge der Magnesia multipliziert mit $\frac{56}{40} = 1.4$.

In den modernen Wasseranalysen giebt man Kalk und Magnesia in mg pro 1000 ccm an oder

mg in 1000 × 1000 cmm, also
Teile in Million Teilen Wasser.

Will man daher Teile in 100 000 Teilen Wasser, so muss man die Anzahl der mg Kalk mit 10 dividieren und erhält dann Härtegrade. Härtegrad

Unter Härtegrad versteht man in Deutschland 1 Gewichtsteil Kalk (Calciumoxyd) in 100 000 Gewichtsteilen Wasser.

In Frankreich versteht man unter Härtegrad einen Teil Calciumkarbonat in 100 000 Teilen, in England einen Teil Calciumkarbonat in 70 000 Teilen Wasser (1 Grain in 1 Gallone).

Es ist somit

1 deutscher Härtegrad	= 1.25 engl.	= 1.79 franz. Härtegr.
0.8 „ „	= 1 „	= 1.43 „ „
0.56 „ „	= 0.7 „	= 1 „ „

Man unterscheidet ferner zwischen

Bleibende und vorübergehende Härte

bleibender oder permanenter Härte und
vorübergehender oder temporärer Härte.

Diese Unterscheidung gründet sich auf das verschiedene Verhalten der Erdalkalisalze beim Kochen. Durch das Kochen werden die Erdalkalibikarbonate in freie entweichende Kohlensäure und unlösliche Erdalkalimonokarbonate zerlegt; das gekochte und filtrierte Wasser enthält sonach weniger Erdalkalisalze.

Die beim Kochen ausfallende Kalkmenge (incl. ausfallender Magnesia) auf 100 000 Teile Wasser berechnet, ist die vorübergehende Härte. Die beim Kochen gelöst bleibende Kalkmenge (incl. Magnesia, also alle an Schwefelsäure, Chlor, Salpetersäure etc. gebundenen Erdalkalien), heisst, auf 100 000 Teile Wasser berechnet, bleibende Härte.

Zur Bestimmung der Härte benützte man früher die Titrierung mit Seifenlösung. Diese Methode ist aber nicht genügend genau und daher verlassen.

Die sicherste Methode ist, Kalk und Magnesia gewichtsanalytisch zu bestimmen und daraus die Härte zu berechnen; z. B.:

in 1 Liter gefunden 108 mg Calciumoxyd,
30 „ Magnesiumoxyd.

Die der Magnesia äquivalente Kalkmenge ist $30 \times 1.4 = 42$ mg, die Gesamtkalkmenge in 1000 ccm also $108 + 42 = 150$ mg. Die Gesamthärte beträgt somit $150 : 10 = 15$ deutsche Härtegrade.

Kalk und Magnesia werden gewichtsanalytisch bestimmt: 250 ccm Wasser werden zur Trockne verdampft, mit Salzsäure gelöst und neuerdings abgedampft, dann in verdünnter Salzsäure gelöst und filtriert. Das Filtrat wird mit Ammoniak übersättigt, mit Ammonoxalatlösung im Überschuss heiss gefällt und filtriert. Kalk

Der Niederschlag vom Calciumoxalat wird im Platintiegel geglüht, zuletzt auf dem Gebläse und dann als Calciumoxyd gewogen.

Das Filtrat vom Calciumoxalatniederschlage wird mit Natriumphosphatlösung versetzt, gut durchrührt und 24 Std. stehen gelassen. Magnesia

Der Niederschlag von Magnesiumammonphosphat ($MgAmPO_4$) wird im Platintiegel bis zur Weissfärbung geglüht und als Magnesiumpyrophosphat ($Mg_2P_2O_7$) gewogen.

Da 222 Teile $Mg_2P_2O_7$ = 80 Teilen MgO, so ist

1 g Magnesiumpyrophosphat = 0.3604 g Magnesiumoxyd.

Zur Bestimmung der bleibenden Härte werden 250 ccm Wasser unter Einhaltung des Volumens $^1/_2$ Stunde gekocht und filtriert. Das Filtrat wird eingedampft und darin Kalk und Magnesia wie oben bestimmt, ebenso wird der ausgefallene Teil auf dem Filter in verdünnter Salzsäure gelöst und in der Lösung Calcium- und Magnesiumoxyd bestimmt.

250 ccm Wasser werden in einer Platinschale zur Trockne verdampft, mit Salzsäure gelöst und neuerdings abgedampft, dann gelöst, filtriert und mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Unlösliche ist Kieselsäure. Kieselsäure

Das Filtrat wird heiss mit Baryumchloridlösung gefällt und das ausgefällte Baryumsulfat nach 12stündigem Stehen abfiltriert und geglüht. Schwefelsäure

263 Teile $BaSO_4$ = 80 Teilen SO_3, also

1 g Baryumsulfat = 0.3433 g Schwefelsäure.

Kohlensäure. Zur Bestimmung der Gesamtkohlensäure benützt man die Methode von Fresenius (Quant. Anal. VI. Aufl. 449). Kohlensäure

Zur Bestimmung der gebundenen Kohlensäure der Monokarbonate werden 100 ccm Wasser mit Salzsäure titriert, wovon 1 ccm = 1 mg Kohlensäure. Als Indikator benützt man Kochenilletinktur und Kongorotpapier, welche durch freie Kohlensäure nicht beeinflusst werden. Monokarbonat-kohlensäure

Zur Bestimmung der freien + halbgebundenen Kohlensäure dient die Methode von v. Pettenkofer in ihrer ursprünglichen Vorschrift: Freie u. halbgebundene Kohlensäure

Man stellt sich Oxalsäurelösung her, wovon 1 ccm = 1 mg Kohlensäure, wozu man 2.8636 g reine Oxalsäure zu 1 Liter auflöst; ferner braucht man Barytwasser, von der Zusammensetzung desjenigen zur Kohlensäurebestimmung in der Luft, und endlich eine Mischung von 3 Vol. gesättigter neutraler Baryumchloridlösung,
2 „ „ „ Ammonchloridlösung.

I. Zur Titerstellung vermischt man 45 ccm des Barytwassers mit 5 ccm der beschriebenen Chlorbaryum-Chlorammonmischung und 100 ccm kohlensäurefreiem destilliertem Wasser und titriert 50 ccm ($^1/_3$ des Ganzen) mit der Oxalsäurelösung unter Benützung von Rosolsäure als Indikator.

II. In gleicher Weise versetzt man 100 ccm des Wassers mit 45 ccm Barytwasser und 5 ccm Zusatzmischung, mischt gut durch und lässt mindestens 12 Stunden ruhig stehen, damit das anfangs lösliche amorphe Calciummonokarbonat in den unlöslichen krystallinischen Zustand übergeht. Dann hebt man mittelst einer Pipette 50 ccm der klaren, über dem Niederschlag stehenden Flüssigkeit aus der Flasche (vergl. Seite 73) und titriert mit Oxalsäurelösung und Rosolsäure als Indikator.

Man wird jetzt weniger Salzsäure brauchen, und zwar soviel weniger, als Baryt durch die freie + halbgebundene Kohlensäure gefällt wurde, z. B.:

1. Für 50 ccm der Mischung I, entsprechend 15 ccm Barytwasser wurden verbraucht 14.1 ccm Oxalsäurelösung. 150 ccm, entsprechend 45 ccm Barytwasser könnten also $3 \times 14.1 = 42.3$ mg Kohlensäure fällen.
2. Für 50 ccm der Mischung II wurden verbraucht nur mehr 7.2 ccm Oxalsäurelösung, also könnten 45 ccm Barytwasser noch $3 \times 7.2 = 21.6$ mg Kohlensäure fällen.

   Es sind also bereits gefällt 42.3 —21.6 mg = 20.7 mg Kohlensäure, d. h.

   100 ccm Wasser enthielten 20.7 mg, und
   1000 ccm Wasser also 207 mg freie + halbgebundene Kohlensäure.

Freie Kohlensäure

Zur Berechnung der freien Kohlensäure vermindert man die Menge der freien + halbgebundenen Kohlensäure um die Menge der Monokarbonatkohlensäure.

Man nimmt nämlich an, es bedürfe 1 Äquivalent Monokarbonat zur Lösung genau 1 Äquivalent halbgebundener Kohlensäure, z. B.:

freie + halbgebundene Kohlensäure	207 mg
Monokarbonatkohlensäure	160 „
freie Kohlensäure	47 mg.

Alkalien. Die Bestimmung von Kali und Natron dürfte nur in seltenen Fällen nötig sein und ist dann nach der unter Artikel „Bier“ beschriebenen Methode auszuführen. Alkalien

Für gewöhnlich genügt die indirekte Bestimmung, wobei Kali und Natron als Natriumsulfat gewogen und berechnet werden.

Man verdampft in einer Platinschale 250 ccm Wasser unter Zusatz von überschüssiger Schwefelsäure zur Trockne und glüht den Rückstand, um die überschüssige Schwefelsäure zu verjagen, zuletzt setzt man etwas Ammonkarbonat zu und glüht neuerdings.

Der Rückstand enthält nun nur mehr Sulfate und Kieselsäure. Man berechnet daher Kalk und Magnesia auf Sulfate, addiert die Kieselsäure und subtrahiert diese Summe von der Gesamtmenge der Sulfate.

Der Rest ist schwefelsaures Natron + schwefelsaures Kali, letzteres als Natriumsulfat ausgedrückt.

1 g Natriumsulfat = 0.437 g Natriumoxyd.

Eisen. Die Bestimmung des Eisens erfolgt nach der Methode von A. Jolles. (Archiv f. Hygiene. VIII. 402) Eisen

Man bedarf hiezu

1. einer Eisenoxydlösung von bekanntem Gehalt:
   0.4306 g reines krystalliertes Eisenoxyd-Ammonsulfat wird unter Zusatz von etwas Salzsäure zu 1 Liter gelöst, 1 ccm dieser Lösung entspricht
   0.00005 g Eisen oder
   0.00035 g Eisenoxyd.
2. Rhodanammoniumlösung: 7.5 g Rhodanammon zu 1 Liter gelöst.
3. Salzsäure: 1 : 3.

Die Methode beruht auf einem Vergleich der Intensität der Rotfärbung eines Wassers mit saurer Rhodanammonlösung mit der Rotfärbung einer Eisenoxydlösung von bekanntem Gehalt, sie ist also eine kolorimetrische Methode.

Ausführung: Man dampft 500 ccm Wasser in einer Porzellanschale unter Zusatz von Salpetersäure auf etwa 50 ccm ein, spült in einen Messcylinder und füllt auf 100 ccm auf. Man bringt nun die Flüssigkeit in einen engen Cylinder aus farblosem Glas, stellt denselben auf weisses Papier und giebt 5 ccm der Rhodanammonlösung und 1 ccm der verdünnten Salzsäure hinein. Nebenan stellt man vier gleiche Cylinder, giebt in den ersten 1, den zweiten 3, den dritten 5, den vierten 7 ccm der Eisenoxydlösung, füllt mit destilliertem Wasser auf 100 ccm auf, mischt und vergleicht nach

einigen Minuten, indem man von oben hinein sieht, die Farbenintensität in dem Cylinder mit Wasser mit der in den Cylindern mit Eisenoxydlösung. Trifft die Farbennüance im Wasser zusammen mit der im dritten Cylinder, so sind in den 100 ccm eingedampften Wassers ebenfalls 7 × 0.00005 g Eisen enthalten, wie im dritten Cylinder, also 0.00035 g Eisen. Diese Eisenmenge ist enthalten in 500 ccm Wasser, somit treffen auf 1 Liter Wasser 0.0007 g = 0.7 mg Eisen.

Blei

Blei. Die Bestimmung des Bleis kann auf kolorimetrischem Wege erfolgen, wenn nachgewiesen ist, dass das Wasser kein Kupfer (oder Zinn) enthält.

Man stellt sich eine Bleilösung von bekanntem Gehalt dar, indem man 0.1 g reines Blei mit überschüssiger Essigsäure auflöst und mit destilliertem Wasser zu 1 Liter verdünnt.

1 ccm dieser Bleilösung = 0.0001 g Blei.

Man füllt nun fünf enge Cylinder aus farblosem Glas mit

	99	97	95 und	93 ccm dest. Wasser
und setzt	1	3	5	7 ccm Bleilösung zu,
entsprechend	1	3	5	7 mg Blei in 1 Liter d. Mischung,

in den fünften Cylinder giebt man das zu untersuchende Wasser, das man mit einigen Tropfen Essigsäure ansäuert.

Man giebt nun in jeden Cylinder 20 ccm frisch bereitetes Schwefelwasserstoffwasser, schüttelt um und vergleicht die Intensität der im Wasser eintretenden Braunfärbung mit der der Probeflüssigkeiten.

Fällt sie z. B. zusammen mit der im Cylinder mit 5 ccm Bleilösung, so enthalten 100 ccm Wasser dieselbe Menge Blei, also 0.5 mg, somit in 1 Liter Wasser 5 mg Blei.

Sauerstoff

Sauerstoff. Sollte die Bestimmung des Sauerstoffs in Wasser nötig sein, so ist dieselbe nach der Methode von L. M. Winkler (Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft. 1888. 2843) auszuführen, deren eingehende Darstellung hier nicht geboten ist.

Litteratur:

Kubel-Tiemann: Anleitung zur Untersuchung des Wassers etc. Braunschweig 1889.

Wolffhügel: Wasserversorgung. Leipzig 1882.

C. Hygienische Beurteilung des Wassers
auf Grund der chemischen Analyse.

Für die Beurteilung, ob ein Wasser zu Trink- und Nutzzwecken (Kochen, Waschen, Putzen) brauchbar ist, kommen folgende Punkte in Betracht:

1. Verunreinigung durch menschliche Exkremente.

Bei Verunreinigung des Wassers durch Abortgrubeninhalt erfährt vor allem die Menge des Natriumchlorids und damit auch die Menge des Chlors eine wesentliche Steigerung.

Kennt man also den Chlorgehalt eines reinen Wassers aus derselben Gegend oder wenigstens derselben geologischen Formation, so lässt sich die Verunreinigung durch Urin leicht erschliessen, da die Vermehrung des Kochsalzes in der Regel nur von menschlichen Exkrementen herrührt. Ferner ist der Gehalt an organischen Substanzen und stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten derselben ein gesteigerter und beträchtlicher. Je näher die Quelle der Verunreinigung liegt, oder je stärker der Boden verunreinigt ist, desto höher ist der Gehalt an unzersetzten organischen Stoffen, Ammoniaksalzen und salpetrigsauren Salzen; solche Wässer sind unter allen Umständen zu verwerfen und genügt daher schon der qualitative Nachweis dieser Stoffe, verbunden mit einer Schätzung der Menge nach der Stärke der Reaktion.

Günstiger zu beurteilen sind Wässer, bei denen die Oxydation der organischen Stoffe bereits soweit vorgeschritten ist, dass nur mehr salpetersaure Salze vorhanden sind, aber auch diese Wässer sind zu beanstanden, wenn dieser Gehalt den des normalen Wassers weit überschreitet.

2. Verunreinigung durch häusliche Abfallstoffe.

In diesem Falle treten nur organische Substanzen und deren Zersetzungsprodukte auf, während eine Vermehrung des Chlors nicht eintritt. Hingegen kann die

Gesamtmenge der gelösten Stoffe bedeutend steigen, insbesondere weil auch die bei der Zersetzung der organischen Stoffe frei werdende Kohlensäure ihrerseits Erdalkalien in Lösung bringt. Dasselbe gilt auch für die Wässer der 1. Gruppe.

3. Verunreinigungen durch tierische Abfallstoffe (Mist- und Düngerhaufen).

Neben organischen Substanzen und deren Zersetzungsprodukten tritt als charakteristischer Bestandteil phosphorsaures Kali auf.

4. Verunreinigungen durch gewerbliche Abwässer.

Die hiedurch verursachten Veränderungen können so mannigfacher Natur sein, dass sich ein allgemeines Bild der Verunreinigung nicht geben lässt.

5. Verunreinigungen durch Leitungen.

Es lässt sich durch die chemische Analyse feststellen, ob ein Wasser zur Aufnahme von Metallen aus den Leitungsrohren, z. B. Blei, Eisen, Zink geneigt ist und demgemäss gesundheitsschädlich wird.

Insbesondere ist es die freie Kohlensäure, welche bei Mangel an den nötigen Erdalkalikarbonaten eiserne, bleierne und verzinkte Röhren angreift, besonders wenn ausserdem noch Luft zutreten kann. Ist der Zutritt von Luft aber ausgeschlossen oder enthält das Wasser viel Calciumkarbonat, so wird eine Einwirkung nicht oder nur anfangs stattfinden.

Die Beurteilung eines Wassers stützt sich sonach hauptsächlich auf einen Vergleich mit einem reinen (Normal-) Wasser derselben Gegend. Von dem früher befolgten Grundsatz, allgemein giltige Grenzwerte aufzustellen, ist man abgekommen, hingegen eignen sich die von Reichardt ermittelten Zusammensetzungen von Normalwässern verschiedener geologischer Formationen gut zu einem Vergleich.

Tabelle VIII.

Formation	Pro 1 Liter							
	Rückstand	Organ. Subst.	N_2O_5	Cl	SO_3	CaO	MgO	Härte
Granit . . .	25	16	0	4	4	10	3	1.5
Buntsandstein	220	14	1	4	9	75	50	14.5
Muschelkalk .	325	9	1	4	14	130	30	17
Dolomit . .	420	5	2	Spur	4	140	65	23
Gyps	2365	Spur	Spur	2	1111	766	125	94
Alte Durchschnittswerte	500	50	5	8	6	130	35	18

Bei der Beurteilung eines Wassers auf Grund der chemischen Analyse hat man vor allem zu berücksichtigen, dass die Stoffe, welche man im Wasser bestimmt, an und für sich keine gesundheitsschädlichen Wirkungen ausüben. Ein Wasser, das im Liter 200 mg Kochsalz enthält, ist an und für sich nicht gesundheitsschädlicher als ein solches mit 10 mg. Auch die geringen Mengen von salpetrigsauren Salzen (Nitriten) und Ammoniaksalzen, wie sie gewöhnlich in Wässern vorkommen, wären an sich nicht schädlich.

Steigt allerdings die Menge dieser Stoffe allzu bedeutend, so wird das Wasser ungeniessbar, wie z. B. das Meerwasser.

Dagegen hat man im Auge zu behalten, dass diese Bestandteile ein Masstab sind für die Art und die Menge der Verunreinigung, dass neben den an und für sich unschädlichen Stoffen eben auch andere schädliche Stoffe unbekannter Natur vorhanden sein können und dass das Auftreten von gewissen Produkten (Ammoniak, salpetrige Säure) darauf schliessen lässt, dass der Boden, durch welchen das Wasser geht, in Umsetzung begriffene organische Substanzen enthält, die teils schon durch ihre Herkunft das Wasser ekelerregend machen.

Erst im Zusammenhalt der sämtlichen Faktoren lässt sich daher ein Urteil über ein Wasser abgeben.

Die Stadt München besitzt z. B. das folgende Normalwasser aus reinem Untergrund:

In 1 Liter 244 mg Rückstand,
7 „ Chlor,
9 „ Schwefelsäure,
10 „ Salpetersäure,
kein Ammoniak,
keine salpetrige Säure,
0.5 mg Sauerstoffverbrauch.

Ein Brunnen in der Stadt gab nun in 1 Liter
592 mg Rückstand,
90 „ Chlor,
86 „ Salpetersäure,
viel Ammoniak,
viel salpetrige Säure,
2.8 mg Sauerstoffverbrauch.

Das Wasser ist somit zweifellos durch Fäkalien verunreinigt, es befinden sich darin noch in Zersetzung befindliche organische Substanzen (Sauerstoffverbrauch, Ammoniak, salpetrige Säure), das Wasser ist daher als Trinkwasser zu verwerfen.

Ein anderes Wasser gab in 1 Liter
500 mg Rückstand,
90 „ Chlor,
15 „ Salpetersäure,
kein Ammoniak,
keine salpetrige Säure,
0.3 mg Sauerstoffverbrauch.

In diesem Falle hat ebenfalls eine Verunreinigung durch Fäkalien stattgefunden, aber die organischen Stoffe sind längst durch den Boden oxydiert oder nitrifiziert, so dass die Salpetersäure fast auf den normalen Gehalt zurückgegangen ist.

In solchen Fällen, in denen ausschliesslich nur der Gehalt des Wassers an Chloriden und Nitraten gegenüber dem Normalwasser ein erhöhter ist, Ammonsalze, Nitrite und organische Substanzen aber fehlen, kann gegen eine Verwendung des Wassers zu Genuss- und Nutzzwecken eine Erinnerung nicht erhoben werden.

Ein Wasser, das durch Abflüsse einer Düngergrube verunreinigt wurde, ergab in 1 Liter

620 mg Rückstand,
35 „ Chlor,
212 „ Salpetersäure,
kein Ammoniak,
sehr viel salpetrige Säure,
6.7 mg Sauerstoffverbrauch.

Auch dieses Wasser ist als Trinkwasser unbrauchbar, ebenso das folgende, das durch Abflüsse einer sog. Versitzgrube, also durch Hausabwasser verunreinigt war:

In 1 Liter 290 mg Rückstand,
15 „ Chlor,
18 „ Salpetersäure,
sehr viel Ammoniak,
sehr viel salpetrige Säure,
15.1 mg Sauerstoffverbrauch.

Um endlich noch Beispiele von Wässern anzuführen, welche durch gewerbliche Betriebe verunreinigt sind, besass ein Wasser, das durch Brauereiabwasser beeinflusst war, in 1 Liter 688 mg Rückstand,
40 „ Chlor,
0.7 „ Ammoniak,
keine Salpetersäure,
keine salpetrige Säure,
19.3 mg Sauerstoffverbrauch.

Alkoholnachweis

Das Wasser gab eine deutliche Alkoholreaktion (1 Tropfen Kaliumbichromatlösung wird mit 2 ccm konz. Schwefelsäure vermischt und darauf einige Tropfen Wasser

geschichtet. Beim Umschütteln tritt bei Gegenwart von Alkohol eine Grünfärbung ein, da der Alkohol die Chromsäure zu Chromoxyd reduziert); ferner fanden sich Hefezellen vor.

Wasser aus dem Boden, auf dem einst eine Schwefelsäure- und Sodafabrik gestanden, ergab in 1 Liter

1316 mg Rückstand,
92 „ Chlor,
108 „ Salpetersäure,
kein Ammoniak,
keine salpetrige Säure,
222 mg Schwefelsäure (gegen 9 im Normalw.)

Die chemische Analyse ist sonach im stande, durch Vergleich mit dem Normalwasser die Quelle der Verunreinigung anzugeben.

Ob das Wasser als Trink- und Nutzwasser brauchbar ist, ergiebt sich dann aus folgenden Anforderungen:

Anforderungen an Trink- und Nutzwasser

1. Das Wasser muss klar, farb- und geruchlos sein.
2. Die Temperatur des Wassers soll in verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb geringer Grenzen schwanken und 12° C nicht übersteigen.
3. Der Gesamtrückstand darf 1 g pro 1 Liter nie übersteigen.
4. Es darf nur wenige organische Substanzen (bis 3 mg Sauerstoffverbrauch pro 1 Liter) enthalten.
5. Es dürfen keine Ammoniak-, keine phosphorsauren und keine salpetrigsauren Salze darin enthalten sein.
6. Im allgemeinen soll die Zusammensetzung des Wassers die des Normalwassers derselben Gegend und Formation nicht viel überschreiten.

Man ist nicht im stande auf Grund der chemischen Analyse allein ein endgiltiges Urteil über ein Wasser abzugeben, es hat sich ihr vielmehr auch noch eine mikroskopische und bakteriologische Untersuchung anzuschliessen.

IV.

Untersuchung des Bodens.

Zur Entnahme von Bodenproben legt man den Boden frei, indem man Rasen u. s. w. mittelst eines Spatens lossticht, bis man auf sogenannten gewachsenen Boden gelangt. Probenahme

Man nimmt dann an verschiedenen Stellen durch Ausgraben oder Ausstechen mittelst scharfkantiger Metallcylinder oder durch Einbohren eines amerikanischen Tellerbohrers Proben bis zur gewünschten Tiefe und sammelt und mischt dieselben in einem Holzkästchen.

Soll die Lagerung der Bodenbestandteile zu einander nicht verändert werden, so muss der Boden, um die Wirkung von Druck oder Lockerung zu vermeiden, ausgestochen werden.

Korngrösse.

Korngrösse

Poröser Boden ist meist aus verschieden grossen Teilen zusammengesetzt. Um nun verschiedene Böden vergleichen zu können, bestimmt man ihre Bestandteile nach der Korngrösse. Der Boden ist hiezu bei 100° C bis zum konstanten Gewicht zu trocknen. Nach Knopps Vorschlag benützt man Siebe mit sechs verschieden weiten Abteilungen und bezeichnet

die Teile	mit mehr als	7 mm	Durchmesser	als	Grobkies,
„	„	4—7 „	„	„	Mittelkies,
„	„	2—4 „	„	„	Feinkies,
„	„	1—2 „	„	„	Grobsand,
„	„	0.3—1 „	„	„	Mittelsand,
„	„	weniger als 0.3 mm	„	„	Feinsand.

Man wägt z. B. 1000 g bei 100° C getrockneten Münchener Geröllbodens ab, bringt in den Siebsatz, siebt gut ab und wägt dann die in den einzelnen Sieben enthaltenen Bestandteile:

Grobkies . .	556 g,	Grobsand . . .	59 g,
Mittelkies . .	150 g,	Mittelsand . .	65 g,
Feinkies . .	84 g,	Feinsand . . .	85 g,

zusammen 999 g, somit Verlust durch Verstauben 1 g.

Schlämmanalyse

Die feineren Bestandteile können durch Schlämmanalyse noch weiter zerlegt werden, dies hat aber nur landwirtschaftliches Interesse.

Porenvolumen.

Porenvolumen

Die Bestandteile des Bodens umschliessen grössere oder geringere Hohlräume (Poren), die mit Luft oder Wasser erfüllt sein können.

Der Boden mit Ausschluss von Wasser und Luft nimmt ein geringeres Volumen ein, als dies, solange er mit den Poren gemessen wird, den Anschein hat,

d. h. das wirkliche Bodenvolumen ist um das Porenvolumen kleiner als das scheinbare Gesamtvolumen.

Zur Bestimmung des Porenvolumens stampft man den Boden in eine Metallröhre ein, die unten mit einem Drahtnetz verschlossen ist und deren Volumen ausgemessen wird; z. B. Durchmesser 5 (Radius 2.5) cm, Höhe 20 ccm, dann ist das Volumen nach der Formel $r^2 \times 3.14 \times h$

$$2.5 \times 2.5 \times 3.14 \times 20 \text{ ccm} = 392.5 \text{ ccm}.$$

In einem Messcylinder von 1000 ccm Inhalt werden nun 500 ccm Wasser genau abgemessen, dann schüttet man den Boden aus der Metallröhre völlig in das Wasser.

Würde nun der trockene Boden keine Poren enthalten, so würde das Wasser um das Bodenvolumen steigen, das Volumen müsste also $500 + 392.5 = 892.5$ ccm sein.

Enthält der Boden aber Poren, so wird das Wasser hieraus die Luft verdrängen, was man durch Umrühren mit einem Glasstab befördert, und das Wasser wird um so weniger hoch steigen, je mehr Poren vorhanden sind.

Man liest den Stand des Wassers ab, z. B. 810 ccm, und zieht das Volumen des abgemessenen Wassers $= 500$ ccm ab, es bleibt dann das wirkliche Bodenvolumen zu 310 ccm.

Zieht man dann vom scheinbaren Bodenvolumen das wirkliche Bodenvolumen ab, so erhält man das Porenvolumen; also $392.5 - 310 = 82.5$ ccm.

Das Porenvolumen ist auf Prozent des scheinbaren Bodenvolumens umzurechnen; dies geschieht nach der Gleichung: $392.5 : 82.5 = 100 : x$,

$$\text{woraus } x = \frac{100 \times 82.5}{392.5} = 21.02\ \%, \text{ d. h.}$$

der untersuchte Boden enthält 21.02 % Poren.

Bestimmung der Wasserkapacität.

Wasser-kapacität

Der Boden ist je nach der Korngrösse und der damit zusammenhängenden Porengrösse in verschieden hohem Grade befähigt, Wasser aufzunehmen und zurückzuhalten. Boden mit grossen Poren wird weniger Wasser zurückhalten, und rascher durchfeuchtet werden, als Boden mit kleinen Poren. Die Befeuchtung kann von oben (Regen) oder von unten (Grundwasser) erfolgen, die Wasserkapacität ist je nachdem etwas verschieden.

Man giebt die Wasserkapacität an in Prozenten des Porenvolumens. Zur Bestimmung benützt man dieselben Blechcylinder wie zum Abmessen des Bodens und zwar wägt man den Cylinder leer und dann, nachdem der trockene Boden eingestampft ist. Man sättigt nun den Boden mit Wasser, indem man es entweder von unten her eintreten lässt, wozu man den Cylinder mit dem Boden in ein Gefäss setzt, welches höher als der Cylinder ist. Man giesst dann solange Wasser zwischen Gefäss und Cylinder, bis dasselbe auf der Oberfläche des Bodens im Cylinder erscheint und hebt dann den Cylinder aus dem Wasser, oder man lässt das Wasser von oben eintreten, wozu man solange Wasser auf den Boden im Cylinder giesst, bis es unten abläuft.

In beiden Fällen lässt man das überschüssige Wasser abfliessen, indem man wartet, bis keine Tropfen mehr erscheinen, trocknet den Cylinder äusserlich ab und wägt wieder. Die Gewichtszunahme ist gleich dem vom Boden zurückgehaltenen Wasser.

Gleichzeitig macht man eine Bestimmung des Porenvolumens und berechnet dann das zurückgehaltene Wasser auf Prozente der vorhandenen Poren, z. B.:

Das Porenvolumen wurde als 21.02 % ermittelt:

Cylinder mit trockenem Boden	1075 g,
„ leer	200 g,
Gewicht des trockenen Bodens	875 g,
Volumen desselben (Seite 115)	392.5 ccm.

Nach dem Durchfeuchten von oben wog der Cylinder mit durchfeuchtetem Boden . . . . 1125 g,
„ „ trockenem Boden . . . . 1075 g,

Gewichtszunahme durch Befeuchten von oben . 50 g.

Es haben also 875 g oder 392.5 ccm Boden 50 g oder 50 ccm Wasser zurückgehalten.

Nach Seite 115 sind in 392.5 ccm Boden 82.5 ccm Poren (21.02 %), von diesen 82.5 ccm Poren blieben nach dem Durchfeuchten von oben 50 ccm mit Wasser erfüllt oder in Prozente umgerechnet nach dem Ansatz 82.5 : 50 = 100 : x, woraus x = 60.61 ccm, 60.61 %, d. h. beim Durchfeuchten von oben betrug die Wasserkapacität 60.61 % des Porenvolumens.

Nach der Durchfeuchtung von unten wog der Cylinder mit durchfeuchtetem Boden . . . . 1133 g,
„ „ trockenem Boden . . . . 1075 g,

Gewichtszunahme durch Befeuchten von unten 58 g.

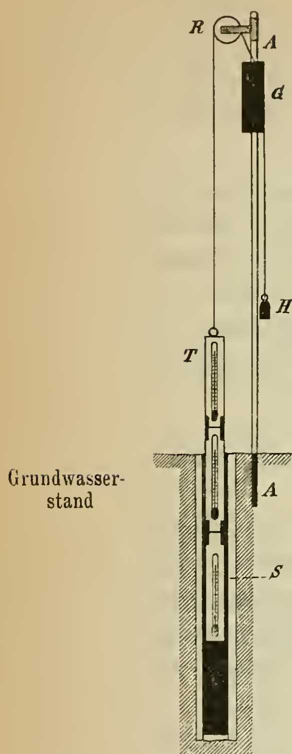
Es haben 875 g oder 392.5 ccm Boden also 58 g oder 58 ccm Wasser zurückgehalten, von 82.5 ccm Poren blieben nach dem Durchfeuchten von unten 58 ccm mit Wasser erfüllt, oder nach dem Ansatz

82.5 : 58 = 100 : x, woraus x = 70.3 ccm, 70.3 %, d. h. beim Durchfeuchten von unten betrug die Wasserkapacität 70.3 % des Porenvolumens.

Bestimmung der Bodentemperatur.

Boden-temperatur

Zur Messung der Bodentemperatur fertigt man einen 3 m tiefen Schacht an, der mit glatten Holzbohlen ausgekleidet wird (Fig. 28 *s*). In demselben ist ein ebenso langer Holzklotz (aus mehreren Teilen zusammengesetzt) *T* verschiebbar, in den in verschiedenen Tiefen Bodenthermometer eingelassen sind. Diese Bodenthermometer sind langsam reagierende Quecksilberthermometer mit



grossem Vorratsgefäss, welche infolge dieser Konstruktion während des Heraufziehens ihren Stand nicht ändern.

Behufs bequemeren Ablesens ist der Holzklotz *T* mittelst einer Schnur aufziehbar, welche über eine an einer 4 m hohen Eisenstange *A A* angebrachte Rolle *R* läuft und die Handhabe *H* besitzt. Um den Holzklotz mit den Thermometern in jeder Stellung halten zu können, ist an der Schnur ein an der Stange *A* bewegliches Gegengewicht *G* angebracht.

Messung der Grundwasserhöhe.

Die Schwankungen des Grundwassers sind in der Regel ein richtiger Index für den Wechsel der Feuchtigkeit der über dem Grundwasserspiegel liegenden Bodenschichten; es ist daher wichtig, Messungen des Grundwasserstandes regelmässig vorzunehmen und zwar wenn möglich an verschiedenen Brunnen, deren Fixpunkte auf einen gemeinsamen Horizont einnivelliert sind.

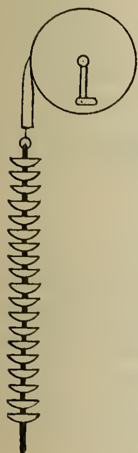
Der Brunnen muss hiebei folgende Bedingungen erfüllen:

1. er muss einen unverrückbaren Fixpunkt (Cote) besitzen, der als Nullpunkt für die Messungen dient.
2. Sein Wasserstand darf nicht innerhalb der Stauhöhe eines Flusses liegen und mit dem des Flusses nicht auf- und abgehen.
3. Zwischen der Bodenoberfläche und dem Wasserspiegel darf sich keine wasserundurchlässige Schichte befinden.

4. Der Brunnen darf nicht in der Nähe von Brunnwerken liegen, aus welchen zeitweise mehr oder weniger Wasser entnommen wird.
5. Muss ermittelt werden, binnen welcher Zeit der Wasserspiegel, wenn grössere Wassermengen aus dem Brunnen entnommen worden sind, wieder den ursprünglichen Stand erreicht (Ermittlung des Wasserzuflusses), und darf eine Messung erst vorgenommen werden, wenn seit der letzten Wasserentnahme mindestens die so ermittelte Zeit verflossen ist.

Die Messung des Grundwasserstandes kann folgendermassen vorgenommen werden:

Fig. 29.

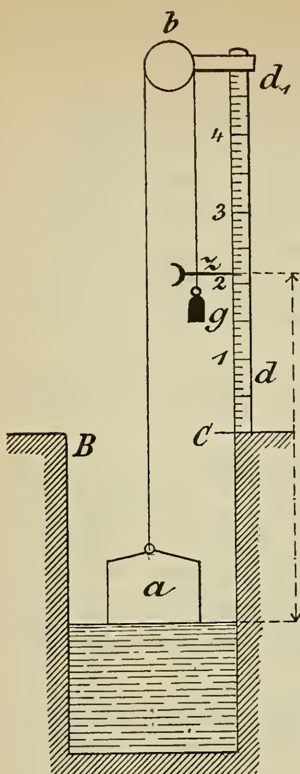


Man bringt am Ende eines Messbandes nach v. Pettenkofers Vorschlag einen Metallstab an, um den Metallschälchen in Abständen von 0.5 cm angebracht sind und zwar so, dass der Rand des ersten Schälchens den Nullpunkt des Messbandes bildet (Fig. 29).

Man senkt das Messband in den Brunnen, bis ein Teil des Schälchenstabes ins Wasser taucht, was man am Lockerwerden der Leine spürt, zieht dann vorsichtig empor und addiert nun zu der am Messband abgelesenen Entfernung noch die Zahl der nicht mit Wasser gefüllten Schälchen.

Für fortlaufende Messungen empfiehlt es sich, eine Schwimmervorrichtung einzurichten (Fig. 30). Als Schwimmer dient ein hohler Blechcylinder *a*, der an einem Messingkettchen befestigt ist, das über eine Rolle *b* läuft und am entgegengesetzten Ende ein Gegengewicht *g* und einen Zeiger *z* trägt. Dieser Zeiger giebt die Auf- und Abwärtsbewegung des Grundwasserspiegels an einer Skala dd_1 an.

Fig. 30.



Diese Skala $d\ d_1$, deren Nullpunkt die Brunnencote C ist, ist aufsteigend, und sie entspricht von C an der Brunnentiefe, in Fig. 30 z. B. ist die Entfernung der Brunnencote vom Brunnenboden 5 m, ebenso die Entfernung $C\ d_1$.

Der Zeiger z zeigt dann die Entfernung des Grundwasserspiegels von der Brunnencote an der Skala an, z. B. 2.16 m.

Steigt der Wasserspiegel im Brunnen B, so hebt sich auch der Schwimmer a, dafür fällt der Zeiger z und zeigt jetzt eine ebensoviel kleinere Höhe an der Skala $d\ d_1$, als das Wasser gestiegen ist, d. h. wieder genau die Entfernung des Grundwasserspiegels von der Cote.

Temperatur des Grundwassers

Zur Messung der Temperatur des Grundwassers benützt man langsam reagierende Quecksilberthermometer, deren Kugel in einem am Thermometer befestigten Gefäss, welches beim Heraufziehen mit Wasser gefüllt bleibt, befindlich ist, so dass das Instrument beim Heraufziehen seinen Stand nicht ändert.

Bestimmung der Kohlensäure in der Grundluft.

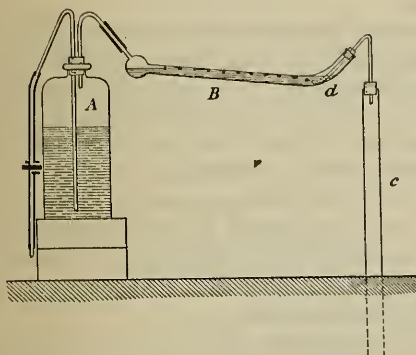
Kohlensäure in der Grundluft

Der Gehalt der Grundluft an Kohlensäure wurde früher als ein Masstab für die Zersetzungsvorgänge im Boden angesehen, es hat sich jedoch ergeben, dass dieser Gehalt noch von vielen anderen Faktoren abhängig ist.

Zur Bestimmung der Kohlensäure in der Grundluft benützt man die v. Pettenkofersche Methode mit folgender Abänderung (Fig. 31).

Man treibt ein Eisenrohr *c* ½—2 m in den Boden ein und saugt daraus mittelst eines Aspirators *A* etwa 6 Liter Luft aus, um das Rohr sicher mit Grundluft zu füllen. Man füllt dann den Aspirator frisch und wägt denselben. Der Aspirator ist für den eigentlichen Versuch an einem beschatteten Orte aufzustellen oder durch Schirme vor der Sonne zu schützen.

Fig. 31.



Man füllt dann in eine Pettenkofersche Absorptionsröhre *B* 100 ccm Barytwasser (Seite 69) und verbindet die Röhre *B* einerseits mit dem Aspirator, anderseits mit der Röhre *c*, wie in Fig. 31 ersichtlich. Beim Ansaugen des Aspirators tritt die Luft aus *c* durch die feine Spitze des Glasröhrchens *d* in das Barytwasser und durchströmt dasselbe je nach der Schiefstellung der Röhre *B* in mehr oder minder kleinen Perlen.

Man regelt den Gang des Apparates so, dass die einzelnen Luftperlen gut zu zählen sind.

Gleichzeitig ermittelt man die Temperatur der Luft am Aspirator, den Barometerstand und die Temperatur am Barometer.

Nachdem man etwa 2 Liter Luft durchgeleitet hat, unterbricht man den Versuch, schliesst die Gummiverbindung zwischen *d* und *c* mittelst eines Quetschhahnes und nimmt das Absorptionsrohr *B* ab. Durch

Öffnen des Quetschhahnes lässt man dann das Barytwasser durch die Kugelöffnung in ein Fläschchen abfliessen und verfährt damit weiter, wie unter „Kohlensäurebestimmung in der Luft“, Seite 73, angegeben.

Die Menge der durch das Barytwasser geleiteten Luft erfährt man, indem man den Aspirator nach dem Versuche wieder wägt, die Gewichtsabnahme in g ist gleich dem Volumen der durchgeleiteten Luft in ccm.

Tension des Wasserdampfes

Bei der Reduktion des im Aspirator gemessenen Luftvolumens wäre auch, weil die Luft mit Wasser gesättigt gemessen ist, die Tension oder Spannkraft des Wasserdampfes T (Dunstdruck) zu berücksichtigen.

Die Tension könnte ohne erheblichen Fehler aus Tabelle IV (Seite 28) entnommen werden, wenn man statt g Wasserdampf in 1 cbm Luft mm Spannkraft setzt; z. B. wird die Spannkraft des Wasserdampfes in einem mit Wasser gesättigten Luftvolumen, gemessen bei 720 mm und 15.4° C, sein 13.08 mm, der wirkliche Luftdruck ist also nur 720 — 13.08 = 706.92 mm.

Man hat, um den wirklichen Druck zu finden, unter dem das Luftvolumen steht, vom beobachteten Druck die Tension T des Wasserdampfes für die beobachtete Temperatur in Abzug zu bringen und den Ausdruck $(b_t - T)$ mm nach Reduktion auf 0° dann in die Formel Seite 78 einzusetzen.

(Die Tension des Wasserdampfes wäre auch in Rechnung zu bringen, wenn man mit teilweise mit Wasser gesättigter Luft arbeitet, jedoch nur soviel Prozente des Dunstdruckes, als die Luft relative Feuchtigkeit besitzt. Diese Korrektur kann, weil unbedeutend, bei der Kohlensäurebestimmung in der freien Luft und in der Grundluft umgangen werden.)

Chemische Untersuchung des Bodens.*)

Chemische Untersuchung

Die Bestandteile des Bodens werden am zweckmässigsten in kg pro cbm Boden angegeben und ist daher zu bestimmen, wieviel ein bestimmtes Bodenvolumen wiegt.

---

*) Vergl. R. Emmerich: Die Verunreinigung der Zwischendecken.

Man füllt den frischen Boden in ein gewogenes cylindrisches Gefäss von bekanntem Inhalt, bis durch Aufstossen desselben und Klopfen der Wände kein weiteres Zusammensitzen mehr stattfindet, und wägt dieses abgemessene Bodenvolumen.

a) Bestimmung des Wassers. 200—500 g des Bodens werden in einer gewogenen Porzellanschale genau abgewogen und in einem Trockenschrank bei 100 ^{0} C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Zwischen den einzelnen Wägungen ist je 6 Stunden lang zu trocknen.

Der Gesamtgewichtsverlust giebt den Wassergehalt in der abgewogenen Menge Boden, der dann auf das Gewicht in 1 cbm Boden umgerechnet wird, z. B.:

1 Liter frischer Boden wog 1850 g, also
1 cbm 1850 kg.

200 g dieses Bodens gaben beim Trocknen einen Gesamtgewichtsverlust von 24.4 g.

Man hat daher folgenden Ansatz:

200 : 24.4 = 1850 : x, woraus x = 225.7 g.

Es enthielten also 1850 g oder 1000 ccm Boden 225.7 g Wasser, daher

waren in 1 cbm Boden 225.7 kg Wasser.

b) Für die weitere chemische Analyse werden ungefähr 1000 g des Bodens nach und nach in einem Stahlmörser in ein staubfeines Pulver verwandelt. In 50 g desselben wird das Wasser bestimmt, gleichzeitig mit dieser Probe werden alle anderen Proben abgewogen.

c) Gesamtmenge der löslichen Stoffe. 100 g des Pulvers werden in einer Flasche mit 300 ccm Wasser zwei Tage lang häufig geschüttelt. Man filtriert dann den wässrigen Auszug durch ein

Faltenfilter ab, misst 100 ccm des Filtrates ab, verdampft dieselben in einer gewogenen Porzellanschale auf dem Wasserbad und trocknet bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz.

Man erhält die Gesamtmenge der in 100 ccm des Filtrates gelösten Stoffe, die dann auf 1 cbm trockenen Boden umgerechnet werden.

In dem Rest des Filtrates prüft man nach den unter „Wasser“ angegebenen Methoden auf Ammoniak und salpetrige Säure und bestimmt Chlor, Salpetersäure und organische Substanzen.

d) Ammoniak. Zur quantitativen Bestimmung des Ammoniaks benützt man die kolorimetrische Schätzung mit Nesslers Reagens oder die Schlösingsche Methode*).

e) Gesamtstickstoff. Die Bestimmung erfolgt nach der Methode von Kjehldal (siehe Nahrungsmittel).

Werke über Bodenuntersuchung:

Wahnschaffe: Anleitung zur wissenschaftl. Bodenuntersuchung. Berlin. 4 M.

Fresenius: a. a. O. Seite 656 u. f.

---

*) Fresenius: Quant. Analyse. VI. Aufl. II. Band. S. 680.

V.

Bakteriologische Untersuchung von Wasser, Luft, Boden etc.

Die Methoden der Sterilisation.

In der Luft, im Wasser, dem Boden, auf allen Gegenständen, auf der Oberfläche des menschlichen Körpers, an den Kleidern, kurz in unserer ganzen Umgebung sind bekanntlich entwickelungsfähige Keime von Bakterien und anderen niederen Pilzen, oft in enormer Zahl, vorhanden.

Da nun aber die Ausführung der Reinkultur bestimmter Bakterienarten selbstverständlich voraussetzt, dass die hierbei zur Verwendung kommenden Nährsubstrate, Gefässe, Instrumente etc. „keimfrei“ sind, so ist das „Keimfreimachen“ oder „Sterilisieren“ von Nährmedien, Gegenständen, Instrumenten etc. eine Arbeit, mit welcher der Bakteriologe tagtäglich zu thun hat. Die richtige Durchführung der Sterilisation ist die Grundbedingung des Gelingens jeder weiteren Arbeit.

Von allen Organisationsformen der niederen Pilze sind bekanntlich die Dauerformen oder Sporen der Bakterien am schwersten zu vernichten.

Man muss aber beim Sterilisieren von Nährsubstraten, Gegenständen etc. immer die

Möglichkeit voraussetzen, dass dieselben mit solchen am schwierigsten zerstörbaren Dauerformen (Sporen) behaftet sind.

Von prinzipieller Wichtigkeit ist ferner die Thatsache, dass alle niederen Pilze, namentlich auch die Sporen der Bakterien durch Hitze viel leichter in Flüssigkeiten zu vernichten sind, als in trockenem Zustande.

Man unterscheidet deshalb:

1. die Sterilisation durch trockene,
2. die Sterilisation durch feuchte Hitze.

Zur Zerstörung der Sporen etc. durch feuchte Hitze sind niedrigere Temperaturgrade ausreichend, als zur Sterilisierung durch trockene Hitze.

Sterilisation durch trockene Hitze.

Sterilisation durch trockene Hitze

Die einfachste Methode der Sterilisation durch trockene Hitze ist das Erhitzen der zu sterilisierenden Gegenstände in der Flamme. Alle Objekte, welche durch eine Flamme nicht oder nicht erheblich geschädigt werden, wie z. B. die Platindrähte, die wir zum Übertragen der Kulturen verwenden, im Notfalle auch Messer, Scheren etc., können so rasch und sicher sterilisiert werden.

Es ist nicht nötig, Messer etc. bis zum Glühen zu erhitzen, es genügt, alle Teile des Instrumentes solange in gleichmässiger Weise durch die Flamme zu führen, bis ein um ein geringes länger erhitzter Teil des Messerrückens blau zu werden beginnt.

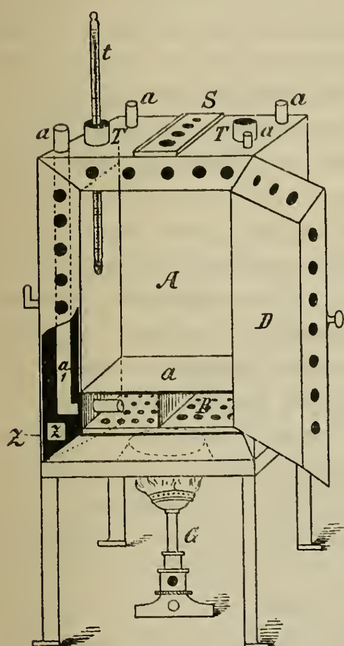
Eine nur sehr geringe Schädigung erleiden die Instrumente etc., wenn man statt des Abflammens diejenigen Grade trockener Hitze einwirken lässt, welche zum Sterilisieren eben ausreichend sind.

Untersuchungen von Rob. Koch und die Erfahrungen im Laboratorium haben gezeigt, dass man bei Anwendung kleiner Apparate, z. B. des Kochschen doppelwandigen

Sterilisationskastens, nur während einer Stunde die zu desinfizierenden Gegenstände bei einer Temperatur von 160° C zu belassen braucht, um sie keimfrei zu machen.

Der Kochsche Sterilisierungsapparat zum Sterilisieren trockener Gegenstände mittelst heisser Luft von 160° C (Fig. 32) besteht aus einem doppelwandigen Kasten von Schwarzblech mit zwei für den Thermoregulator und das Thermometer bestimmten Messingtuben *T T*, einem Schieber zum Regulieren des Luftzugs *S*, zwei Etageneinlagen und einer doppelwandigen Thüre *D* aus Schwarzblech. Zwischen der inneren *a* und äusseren Bodenplatte, welch' letztere aus Kupfer besteht, ist eine Kammer (*B*) zum Vorwärmen der Luft eingeschaltet.*)

Fig. 32.



Neuere Apparate besitzen auch Vorrichtungen zur Ventilation mit heisser Luft, indem die Kammer *B* durch Metallröhren *a a* und *a a a* mit der Aussenluft in Verbindung gesetzt werden kann.

Instrumente (Messer, Scheren, Pincetten etc.) werden in geschlossene Eisenblechbüchsen gebracht und zum Sterilisieren in den Trockensterilisierungskasten gestellt. Auch Glasstäbe, Glasplatten und die zur Aufbewahrung

*) Preis eines solchen durch Heissluftventilation verbesserten Apparates je nach der Grösse 18—75 *M.* bei Rohrbeck, Berlin, sowie Ulrich & Reinig in München, Zweigstr. 6.

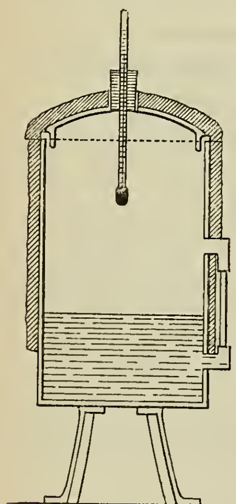
der Nährsubstrate bestimmten Glasgefässe mit Watteverschluss, kurz alle trockenen Gegenstände, welche sterilisiert werden sollen, müssen eine Stunde in dem Apparat bleiben, von dem Zeitpunkt an gerechnet, bei welchem das darin befindliche Thermometer 160° C zeigt.

Sterilisation durch feuchte Wärme.

Sterilisation durch feuchte Wärme

Zum Sterilisieren von Flüssigkeiten, Nährsubstraten, wie Gelatine und Agar-Agar dient die zweite Methode, die Sterilisierung durch feuchte Wärme, und zwar wendet man am besten strömenden, nicht gespannten Dampf an. Man benützt hiezu den Dampfsterilisierungsapparat von Koch. Derselbe besteht aus einem Blechcylinder mit Filzumkleidung. Das untere Drittel, welches keine Umkleidung hat, dient als Wasserbehälter, welcher mit einem Kupferboden, Wasserstandsrohr (*a*) und Ausflusshahn versehen ist. Der Deckel des Apparates besitzt einen Tubus für das Thermometer.

Fig. 33.



Über dem unteren Drittel des Apparates befindet sich ein Rost, auf welchen die zu sterilisierenden Objekte gestellt werden. Das Wassergefäss wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt, dann bringt man eine Heizflamme unter den Boden desselben. Sobald der Dampf in kräftigem Strahl am lose aufgesetzten Deckel ausströmt, zeigt das Thermometer im Innern 100° C, oder bei niedrigerem Barometerstand als 760 mm 1—2° weniger.

Von diesem Zeitpunkt an gerechnet bleiben die zu sterilisierenden Flüssigkeiten $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden im Apparat. Ein kleines Flüssigkeitsquantum von 10—100 ccm ist in 30 Minuten, ein grösseres bis zu 1 Liter erst in 45 Minuten sterilisiert.

Man kann auch dadurch Flüssigkeiten etc. sterilisieren, dass man sie an drei aufeinanderfolgenden Tagen je 10 Minuten in den strömenden Dampf bringt.

Es ist wohl zu beachten, dass die Gefässe, Reagensgläser etc., in welche die zu sterilisierenden Flüssigkeiten gebracht werden, samt dem als Verschluss dienenden Wattepfropf zunächst eine Stunde im Trockensterilisierkasten bei 160° C sterilisiert werden müssen. Erst dann werden die Flüssigkeiten, Nährgelatine etc. eingefüllt und behufs Sterilisierung der letzteren das Gefäss samt Inhalt 3/4 Stunden in den strömenden Dampf gestellt. Von Anfängern wird hiegegen oft dadurch gefehlt, dass sie die Flüssigkeiten in nicht sterilisierten, mit nicht sterilisierter Watte verschlossenen Gefässen in den strömenden Dampf bringen. Hiebei kommt es oft vor, dass an der nicht benetzten Glaswandung oder im Watteprop f haftende Keime nicht zerstört werden, welche dann späterhin die Flüssigkeit infizieren können. Man muss also stets daran denken, dass alle trockenen Gegenstände, auch wenn sie zur Aufnahme von im Dampfkochtopf zu sterilisierenden Flüssigkeiten bestimmt sind, zunächst in trockener Hitze von 160° C keimfrei gemacht werden müssen.

Fraktionierte Sterilisation

Sollen stark eiweisshaltige Flüssigkeiten ohne Ausfällung des Albumins sterilisiert werden, dann darf man dieselben natürlich nicht über die Gerinnungstemperatur des Eiweisses erhitzen. Man wendet deshalb zur Sterilisierung solcher Nährsubstrate (z. B. des Blutserums) die Methode der diskontinuierlichen oder fraktionierten Sterilisation von Tyndall an.

Diese Methode beruht auf der Thatsache, dass die meisten in Entwickelung und Vermehrung begriffenen Bakterien durch einstündiges Erhitzen auf 60° C getödtet werden, während die Dauersporen dabei lebend bleiben, aber ebenfalls bei dieser Temperatur zu Grunde gehen, wenn sie auskeimen.

Man erhitzt daher die zu sterilisierenden Flüssigkeiten etc. eine Stunde auf 60° C. Dadurch werden die vegetativen Spaltpilzzellen getödtet. Nun lässt man 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen. In dieser Zeit keimen viele Dauersporen aus und dieselben werden, wenn man nun wieder 60° C eine Stunde lang einwirken lässt, getödtet.

Die Erfahrung zeigt, dass wenn man die zu sterilisierenden Nährsubstrate 6—8 Tage hindurch täglich eine Stunde lang auf 60° C erhitzt und in der Zwischenzeit bei Zimmertemperatur stehen lässt, in dieser Frist, wenigstens in den meisten Fällen, alle Keime getödtet werden, weil es wenige Bakterien giebt, deren Dauerformen länger als acht Tage zum Auskeimen nötig haben.

Um die zu sterilisierenden Nährsubstrate (Blutserum etc.), welche in sterilisierten Reagensgläsern unter Watteverschluss sich befinden, täglich eine Stunde lang auf 60° C zu erhitzen, stellt man dieselben während dieser Zeit in ein Wasserbad (Fig. 34), dessen Temperatur mittelst Soxhlet-Regulator auf 60° C konstant erhalten wird, oder man benützt den von Koch angegebenen und von Fol verbesserten Apparat.*)

Damit man aber sicher ist, dass die Sterilisierung gelungen ist, bringt man schliesslich die betreffenden Nährsubstrate 1—2 Tage in einen Brütofen (Thermostaten) bei 36° C. Bleibt das Substrat ohne jede Veränderung (Trübung, Belag auf der Oberfläche etc.), so ist dasselbe keimfrei.

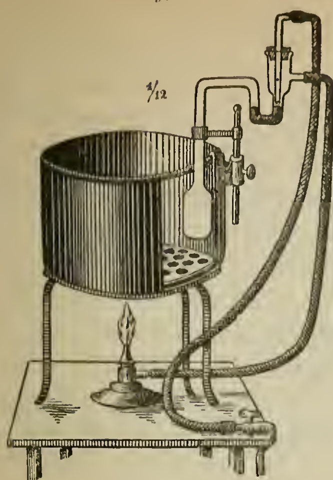
Soxhlets Thermoregulator

Die Soxhletschen Thermoregulatoren (Fig. 34), mittelst deren man auch die Temperatur von Brütschränken (Thermostaten) u. s. w. konstant erhalten kann, haben

---

*) cf. Hüppe: Die Methoden der Bakterienforschung. 4. Aufl. 1889. S. 184.

Fig. 34.



gegenüber den sonst gebräuchlichen Temperaturregulatoren grosse Vorzüge. Während nämlich alle Temperaturregulatoren, deren Wirkung auf der Ausdehnung von Dämpfen oder Luft beruhen, in der Sicherheit ihrer Funktion durch Schwankungen im Barometerstand erheblich beeinflusst werden, — die Temperaturschwankungen bei Regulatoren, welche bei konstantem Barometerstande auf 0.1° C genau regulieren, betragen bei grösseren Differenzen im Barometerstande 1° C und darüber, — kommt bei den Soxhletschen Regulatoren der genannte Einfluss, welcher namentlich bei längeren Versuchsperioden störend wirkt, in Wegfall.

Diese Regulatoren werden für Temperaturen bis zu 32° C mit Äther, für Temperaturen von 32° bis 60° C mit ausgekochtem absolutem Alkohol bis nahe zu dem seitlich angeschmolzenen Rohr und zwar durch Eingiessen und passendes Hin- und Herbewegen gefüllt, dann in das Wasserbad von der gewünschten Temperatur gestellt und nach einiger Zeit soviel Quecksilber in den U-förmigen Teil des Rohres gegossen, dass nach entsprechendem Steigen des Regulators beide Schenkel des U-förmigen Rohres, wie in der Zeichnung ersichtlich, gefüllt sind. Die durch Barometerschwankungen in ihrem Volumen unveränderliche Flüssigkeit bewirkt beim Steigen und Fallen der Temperatur Änderungen im Niveau der Quecksilbersäulen, welche zur automatischen Regulierung des Wärmezuflusses benutzt werden. Wenn das Wasserbad die gewünschte Temperatur, z. B. 36° C erreicht hat,

dann drückt man das gaszuführende Rohr soweit hinab, dass dessen untere Öffnung gerade durch Quecksilber verschlossen ist. Alsdann wird die Heizflamme sehr klein, weil sie nur noch durch die geringe Menge Gas gespeist wird, welche durch eine in diesem Rohr befindliche feine Öffnung zum Brenner geht.

Sobald sich die Temperatur des Wasserbades um den Bruchteil eines Zehntelgrades abkühlt, sinkt das Quecksilber im äusseren Schenkel des U-Rohres, die untere Mündung des Gaszuflussrohres wird frei und lässt nun mehr Gas zum Brenner fliessen. Die Heizflamme wird wieder gross, bis die Temperatur des Wasserbades um ein Geringes erhöht und durch das Steigen des Quecksilbers die Mündung des gaszuführenden Rohres wieder verschlossen wird. Dieses Spiel wiederholt sich beständig und auf diese Weise bleibt die Temperatur im Wasserbad (oder im Brütschrank etc.) bis auf 0.05° C konstant.

Für Laboratorien ohne Gasleitung hat Soxhlet einen ebenso genau funktionierenden Temperaturregulator mittelst Elektromagnet hergestellt. Hiebei wird das Wasserbad oder der Brütschrank durch eine Spiritusflamme geheizt.

Für Brütschränke u. dgl., welche auf niedrigere Temperaturen als Zimmertemperatur eingestellt werden sollen, hat Soxhlet einen Regulator mit automatisch reguliertem Zulauf von kälterem Wasser in das Wasserbad hergestellt.*)

---

*) Preis für den Thermoregulator (Fig. 34) allein ℳ 2.50. Für denselben mit Wasserbad, Lampe, Halter, Schlauch (wie in Fig. 34) 18 ℳ. Regulator für Spiritus mit Elektromagnet, Wasserbad etc. komplet 60 ℳ. bei Joh. Greiner, München.

Bereitung der Nährsubstrate.

Durch die Einführung der festen zur Reinkultur etc. dienenden Nährsubstrate durch Robert Koch ist es gelungen, pathogene Bakterien mit Sicherheit und nach einfachen Methoden reinzuzüchten und ihre Biologie in- und ausserhalb des Organismus nach pathologischen und hygienischen Gesichtspunkten zu studieren. Nährsubstrate

Wenn man auch zur Reinzüchtung der Bakterien aus Bakteriengemischen fast ausschliesslich die festen Nährsubstrate verwendet, so muss man sich doch auch öfters der flüssigen Nährmedien bedienen, so z. B. wenn man gewisse reingezüchtete Bakterien, die auf festen Nährböden spärlich wachsen (Erysipelkokken etc.), zu Infektionsversuchen in grösserer Menge erhalten will.

Als Nährsubstrate für Bakterien benützt man seit langer Zeit Absude von pflanzlichen und tierischen Geweben.

Dieselben stellen deshalb sehr gute Nährsubstrate für Bakterien dar, weil sie ausser den für die Ernährung nötigen Mineralstoffen auch die notwendigen Stickstoff- und Kohlenstoffquellen in leicht assimilierbaren Verbindungen als Pepton und Glycose enthalten, in welche Verbindungen Eiweiss und Rohrzucker oder Milchzucker zunächst umgewandelt werden müssen, ehe sie von den Pilzzellen aufgenommen werden.

Von flüssigen Nährsubstraten wird am häufigsten die sog. Fleischwasser-Peptonlösung oder „Nährbouillon“ verwendet Nährbouillon

Behufs Bereitung derselben werden 500 g gehacktes rohes Rindfleisch (von kurz vorher geschlachteten Tieren stammend) mit der Schere vom Fett befreit, mit 1 Liter Wasser in einem weithalsigen reinen Gefäss gut gemischt und 24 Stunden in den Eisschrank gestellt. Alsdann wird die Mischung durch ein reines Tuch gepresst (mit der reinen Hand oder Fleischpresse), das ausgepresste

Fleischwasser auf 1 Liter ergänzt und 10 g reines trockenes Pepton und 5 g Kochsalz zugesetzt. Nachdem sich die letzteren nach kurzem Aufenthalt der Flüssigkeit im Dampfkochtopf gelöst haben, wird mit Natriumkarbonatlösung neutralisiert resp. so schwach alkalisch gemacht, dass ein Tropfen der Lösung auf gelbem Kurkumapapier gegenüber destilliertem Wasser gerade eine merkbare, sehr schwach bräunliche Färbung bewirkt.

Nachdem durch $^1/_2$stündiges Kochen der Blutfarbstoff zerstört, die Flüssigkeit goldgelb geworden und die in der Hitze fällbaren Neutralisationsprodukte ausgefallen sind, wird filtriert und das Filtrat, falls eine Probe desselben beim Kochen im Reagensglas klar bleibt, in die samt Watteverschluss bei 160° C sterilisierten Reagensgläser oder dergl. übergefüllt.

Diese Proben werden schliesslich durch $^3/_4$stündigen einmaligen Aufenthalt im strömenden Dampf (Dampfkochtopf) oder dadurch in letzterem sterilisiert, dass sie an drei aufeinander folgenden Tagen täglich 10 Minuten lang in denselben verbracht werden.

Feste Nährsubstrate

In ganz gleicher Weise werden die festen durchsichtigen Nährsubstrate: Fleischwasser-Peptongelatine und Nähr-Agar-Agar bereitet, indem man den in oben erwähnter Weise erhaltenen blutigen Fleischsaft behufs Zerstörung des Blutfarbstoffes $^1/_2$ Stunde kocht. Erst dann werden zu 1 Liter der erkalteten Bouillon 10 g Pepton, 5 g Kochsalz und 6—10 Prozent Gelatine zugesetzt. Nach $^1/_4$stündigem Stehen kommt die Mischung circa 10 Minuten in den Dampfkochtopf, bis sich die Gelatine vollständig gelöst hat, dann wird mit Sodalösung, wie oben beschrieben, schwach alkalisch gemacht, worauf die Lösung behufs Abscheidung der in der Hitze fällbaren Neutralisationsprodukte $^1/_4$ Stunde in den strömenden Dampf kommt. Man filtriert dann durch einen erwärmten Emailleblech- oder Heisswassertrichter, und wenn eine gekochte Probe

des Filtrats klar bleibt, wird, wie bei der Fleischwasser-Peptonlösung beschrieben, weiter verfahren.

Agar-Agar wird genau ebenso bereitet, nur setzt man statt Gelatine 1—1 1/2 Prozent präparierten Agar-Agar zur Bouillon. Zur Lösung des letzteren in der Hitze ist etwas mehr Zeit notwendig, als bei Gelatine. Setzt man dem Fleischsaft-Agar-Agar ausser 1 Prozent Pepton und 0,5 Prozent Kochsalz noch 6 Prozent Glycerin zu, dann ist derselbe für die Kultur aller bis jetzt bekannten pathogenen Bakterien (auch der Tuberkelbacillen) geeignet.

Der Glycerin-Agar bietet einen vollständigen Ersatz für Blutserum. Dem letzteren gegenüber hat er den Vorteil, dass er nach dem Erstarren bei 80—100° C wieder gelöst wird und noch bei einer Temperatur von 40° C flüssig ist. Bei 39° C wird der Nähr-Agar fest. Er behält daher auch bei Blutwärme (36° C) die Vorteile der festen durchsichtigen Nährsubstrate, während die Nährgelatine bei 27° C flüssig wird.

Methode der Reinkultur von Bakterien aus Bakteriengemischen.

Der grosse Wert der beschriebenen, von Koch eingeführten, festen, durchsichtigen Nährsubstrate besteht u. A. darin, dass man dieselben bei einer für die Bakterien unschädlichen Temperatur verflüssigen (resp. flüssig erhalten) und in dieser Flüssigkeit die reinzuzüchtenden Bakterien durch Mischen (Schütteln) gleichmässig verteilen kann, so dass, falls nicht eine zu grosse Zahl von Bakterien ausgesäet wurde, jeder Keim an einer anderen Stelle der gleichmässig gemischten Flüssigkeit sich befindet und an der letzteren fixiert wird, wenn die Flüssigkeit durch rasche Abkühlung erstarrt, d. h. in feste Form übergeht.

Die an verschiedenen Stellen des erstarrten Nährsubstrates fixierten Keime werden um so weiter von

einander entfernt sein, je geringer ihre Zahl ist, und jeder Keim bildet in diesem Falle durch allmähliche Vermehrung eine isolierte Kolonie, die eben deshalb, weil sie aus einem Keim hervorgegangen ist, eine Reinkultur darstellt, und die, weil sie in weitem Umkreis nur von sterilisiertem Nährmedium umgeben ist, durch Berühren mit einem ausgeglühten Platindraht leicht abgeimpft, sowie auf andere sterilisierte Nährsubstrate (behufs Vermehrung der Reinkultur etc.) übertragen werden kann.

Will man aus einem Bakteriengemisch (Blut, Speichel, Fäces, Wasser, Boden etc.) einzelne Arten z. B. mittelst Nährgelatine reinzüchten, so bringt man eine kleine Quantität desselben in sterilisiertes Wasser, mischt gleichmässig und taucht nun in diese Bakteriensuspension einen geglühten Platindraht, z. B. 6 cm tief ein. Alsdann spült man denselben in einer im Reagensglas befindlichen Probe sterilisierter, verflüssigter Nährgelatine gut ab. Wenn zu derartigen Zwecken der Wattepfropf vom Reagensglas abgenommen werden soll, muss dasselbe, um das Hineinfallen von Keimen aus der Luft etc. zu verhüten, möglichst horizontal gehalten werden, und der herabgenommene Wattepfropf ist so zwischen den Fingern der linken Hand zu halten, dass der Teil desselben, welcher später wieder in die Mündung des Reagensglases eingeführt wird, mit Nichts in Berührung kommt.

Nachdem der Draht wieder geglüht wurde, taucht man ihn nun etwa 3 cm tief in die wässerige Bakteriensuspension und spült ihn in einer anderen Probe verflüssigter Nährgelatine ab. In einer dritten und vierten Probe spült man den Draht ab, nachdem er 1 resp. $^1/_4$ cm tief in das mit Wasser verdünnte Bakteriengemisch eingetaucht wurde.

An dem 6 cm tief in die Bakterienmischung getauchten Draht wird die doppelte Anzahl von Bakterien haften und in die betreffende Gelatineprobe übertragen werden, als an dem halb so tief, d. h. 3 cm weit eingetauchten,

während durch den 1 cm resp. $^1/_4$ cm tief eingeführten Draht nur der 6. resp. 24. Teil der im ersten Falle übertragenen Keimzahl in die betreffenden Gelatineproben gebracht wird.

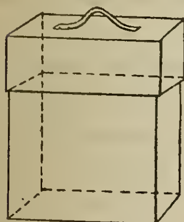
Nachdem man auf diese Weise verschiedene Verdünnungen des Bakteriengemisches hergestellt hat, nimmt man, indem man das Reagensglas möglichst horizontal hält, den Wattepfropf ab und erhitzt die Mündung desselben in der Gasflamme. Das Gleiche geschieht mit den anderen Proben. Nachdem der erhitzte Rand der Reagensgläser bei nahezu horizontaler Lage derselben wieder erkaltet ist, giesst man die Gelatineproben auf sterilisierte Glasplatten aus.

Anfertigung der Platten

Diese Glasplatten sollen etwa 2 mm dick, 15 cm lang und 9 cm breit sein.

Dieselben werden in einer Eisenblechtasche (Fig. 35) bei 160° C sterilisiert, nach dem Erkalten auf eine mittelst Libelle horizontal gestellte, mit 1 pro mille Sublimatlösung gewaschene Unterlage gebracht und mit einer Glasglocke bedeckt.

Fig. 35.



Wenn man die Tasche mit den Glasplatten eine Zeit lang im Eisschrank stehen lässt, dann ist eine horizontale Unterlage entbehrlich, da die Gelatine auf der kalten Platte alsbald erstarrt und nicht über den Rand der Platte herabfliesst.

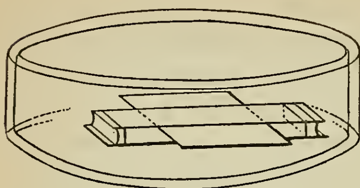
Beim Ausgiessen der Gelatine hält man die Mündung des Reagensglases ganz nahe an die Glasplatte und verteilt schliesslich mit Hilfe derselben die Gelatine gleichmässig auf der Platte, so dass sie eine einige Millimeter dicke Schichte bildet, die $^1/_2$ cm vom Rande der Glasplatte entfernt bleiben soll, damit die Gelatine beim Anfassen der Platte nicht mit der Hand berührt wird.

Die Gelatineplatte wird nun mit einer reinen Glasglocke bedeckt, bis nach einigen Minuten die Gelatine

erstarrt ist, worauf man die Platten, um das Vertrocknen und eine Verunreinigung mit Luftkeimen zu verhüten, in eine feuchte Kammer (Fig. 36) bringt, die aus zwei übereinander passenden Glasglocken besteht.

Feuchte Kammer

Fig. 36.



Diese Glocken werden vorher gereinigt und mit 1 pro mille Sublimatlösung ausgespült. Dann bringt man auf den Boden einer jeden eine Lage Filtrierpapier, welches mit Sublimatlösung durchfeuchtet wird.

Die Gelatine- oder Agar-Agar-Platten werden auf Glasbänkchen (Fig. 36) übereinander geschichtet. Die letzteren müssen ebenfalls mit Sublimatlösung gewaschen und mit sterilisiertem Filtrierpapier getrocknet werden. Lässt man die Platten bei Zimmertemperatur stehen, so wird sich im Verlauf einiger Tage aus jedem der zahlreichen, in der Gelatine gleichmässig verteilten Bakterienkeime eine Kolonie entwickeln.

Auf der Platte, auf welche die erste Gelatineprobe (cf. S. 136) ausgegossen wurde, werden sich beispielsweise 9000 Kolonien, auf der mit der zweiten Probe begossenen Platte die Hälfte, d. i. 4500 Kolonien, auf der dritten Platte 6 mal weniger als auf der ersten, also 1500, und auf der vierten Platte 24 mal weniger, also 375 Kolonien entwickeln.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass jede dieser Kolonien eine Reinkultur darstellt, weil eine jede aus einem Keim resp. aus einer Spaltpilzzelle entstanden ist. (Nur in dem sehr seltenen Falle, wenn zufällig zwei verschiedenartige Keime an dieselbe Stelle der Gelatine zu liegen kommen, werden Mischkolonien entstehen, die sich aber bei 100 facher Vergrösserung leicht als solche erkennen lassen.)

Bei einer Anzahl von Kolonien, wie sie die beiden letzten Platten aufweisen (1500 resp. 375), sind die Kolonien auf der Gelatineplatte genügend weit von einander gelagert, infolgedessen sie sich durch ihre Stoffwechselprodukte nicht beeinflussen und zu genügender Grösse und charakteristischer Form heranwachsen, so dass man eine jede beliebige, durch Berührung mit einem geglühten und wieder erkalteten Platindraht isoliert abimpfen und auf ein neues sterilisiertes Nährsubstrat übertragen, d. h. in Reinkultur gewinnen kann.

Abimpfen der Kolonien

Das Abimpfen, „Fischen" isolierter Plattenkolonien, deren Reinkultur beabsichtigt ist, muss stets unter Kontrole des Mikroskopes vorgenommen werden. Man sucht bei etwa 80—100facher Vergrösserung, d. h. mit schwachem Objektiv (z. B. Zeiss AA) und starkem Okular (Zeiss 3) unter Benützung der engsten Blende am besten eine auf der Oberfläche der Gelatine wachsende, isolierte, möglichst gut ausgebildete Kolonie auf und überzeugt sich, dass keine fremde Kolonie in der nächsten Nähe oder gar in oder unter der ersteren liegt. Alsdann bringt man einen, im stumpfen Winkel häkchenförmig abgebogenen, geglühten Platindraht dicht unter das Objektiv und sucht das mit der Spitze nach unten gerichtete Häkchen über dem Centrum der Kolonie einzustellen. Dabei verfährt man am besten so, dass man den rechten Vorderarm auf den Tisch, den Ringfinger der rechten Hand auf den Mikroskoptisch auflegt und den kleinen Finger gegen den Rand des Mikroskoptisches drückt. Sobald man den unter das Objektiv geführten Draht gut sieht und die Spitze des Häkchens über der Mitte der Kolonie steht, führt man dieselbe nach unten und berührt damit die letztere, so dass ein Teil derselben am Drahte haften bleibt.

Alsdann zieht man den Draht vorsichtig, d. h. ohne irgend etwas damit zu berühren, unter dem Objektiv hervor, ergreift mit der linken Hand ein Gelatineröhrchen, entfernt, indem man die Mündung nach unten hält, den

Wattepfropf und ritzt mit der Spitze des Häkchens die Oberfläche der im Röhrchen befindlichen Gelatine (oder Agar-Agar), indem man das Häkchen nur etwa 1 mm tief in das Nährsubstrat einsticht, den Draht wieder herauszieht und den Pfropfen aufsetzt. Es kommt nämlich leicht vor, dass der nicht abgebogene Teil des Drahtes mit dem Objektiv in Berührung kommt. Würde man daher den ganzen Draht einstechen, so könnten damit fremde Bakterien in das Nährsubstrat eingeführt werden.

Nachdem sich die Kultur von den Impfstrichen aus entwickelt hat, kann man dieselbe auf andere Nährsubstrate übertragen und die nun in grösserer Menge zur Verfügung stehenden Reinkulturen zu weiteren Untersuchungen behufs Identifizierung der betr. Bakterienart verwenden.

Einzelne wenige Bakterienarten lassen sich sehr leicht identifizieren, so z. B. die Tuberkelbacillen durch die Widerstandsfähigkeit der mit Anilinfarben gefärbten Präparate gegenüber der entfärbenden Wirkung starker Säuren. Wie jedoch zur Sicherstellung der Diagnose von Krankheiten selten ein einziges Symptom ausreichend ist, so sind auch zur Identifizierung der meisten Bakterienarten ausgedehntere Untersuchungen notwendig.

Bei der Identifizierung von Bakterien kommt namentlich in Betracht:

1. Die mikroskopische Wuchsform.
2. Das makroskopische Aussehen der Gelatineplatten-Kolonien, namentlich aber das Aussehen derselben bei 80- bis 100facher Vergrösserung.
3. Die Wachstumseigentümlichkeit auf verschiedenen Nährsubstraten (Gelatine, Kartoffel etc.)
4. Etwaige infektiöse Wirkungen. (Resultate der Infektionsversuche an Tieren).

1. Die mikroskopische Wuchsform.

Will man sich von der Wuchsform einer Bakterienart überzeugen, dann fertigt man ein sogen. Deckglaspräparat an. Von der bakterienhaltigen Flüssigkeit wird mittelst einer geglühten Platinöse ein Tropfen auf ein gut gereinigtes Deckglas in möglichst dünner Schicht aufgestrichen; oder wenn man einen festen Bakterienbelag, der z. B. auf Gelatine gewachsen ist, untersuchen will, so berührt man denselben mit der Spitze eines geglühten Platindrahtes und verteilt die daran hängen gebliebene, kaum sichtbare Quantität in einem Tropfen sterilisierten Wassers auf dem Deckglas. Nachdem die Schichte bei gelinder Wärme angetrocknet ist, zieht man das Deckglas, die angetrocknete Schicht nach oben gerichtet, um die letztere durch Erhitzen sicher zu fixiren, dreimal mässig schnell durch eine Gas- oder Spiritusflamme und färbt dann mit einer der, wie folgt, zu bereitenden Farblösungen:

Anfertigung von Deckglaspräparaten

Färbung der Deckglaspräparate

1. Anilinwasser-Gentianaviolett-Lösung oder Anilinwasser-Fuchsinlösung:

   Anilinölwasser (100 ccm aq. dest. und 5 ccm Anilinöl gut geschüttelt und nach 5 Minuten langem Stehen filtriert) . . . . . . 100 ccm.

   Konzentrierte alkoholische Gentianaviolett- oder Fuchsinlösung (bereitet durch Auflösen von 20 g Gentianaviolett oder Fuchsin in 100 ccm absol. Alkohol) 11 ccm.

   Alkohol absolut. . . . . 10 ccm.

2. Ziehlsche Carbol-Fuchsinlösung:

   Aq. destill. 100
   Acid. carbol. cryst. . . 5
   Alkohol 10
   Fuchsin . . . . 1.

   Die gleiche Lösung erhält man durch Mischung von 100 ccm einer 5 prozentigen Carbolsäurelösung mit 5 ccm konzentrierter alkoholischer Fuchsinlösung und 10 ccm absolutem Alkohol.

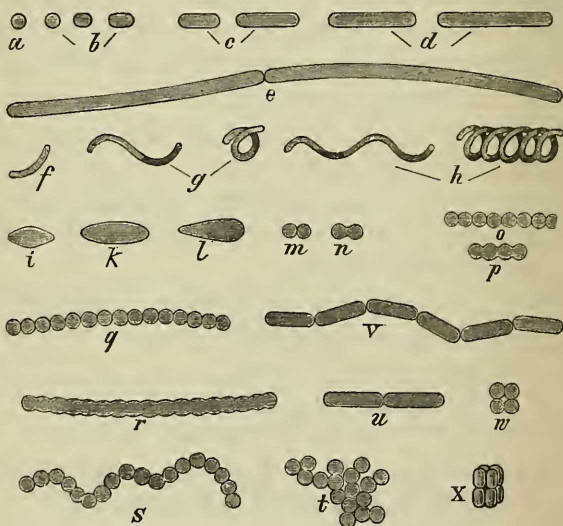
3. **Löfflers** alkalische Methylenblau-Lösung:
 30 ccm konzentrierte alkoholische Lösung von Methylenblau,
 100 ccm Kalilauge 1 : 10 000.

Man hält sich eine 1 prozentige Kalilösung vorrätig und verdünnt behufs Bereitung der **Löffler**schen Lösung 1 ccm der ersteren mit destilliertem Wasser auf 100 ccm.

Bezeichnung der Wuchsformen

Zur Bezeichnung der Bakterien-Wuchsformen benützt man die folgende von H. **Buchner** vorgeschlagene Nomenclatur:

Fig. 37.



Wuchsformen:

Kugelform (*a*) — (nicht Kokkus), Längsdurchmesser gleich oder nahezu gleich dem Querdurchmesser.

Ovalform (*b*), Längsdurchmesser höchstens das Zweifache des Querdurchmessers.

Kurzstäbchen (*c*), Längsdurchmesser = 2 bis 4 × Querdurchmesser.

Langstäbchen (*d*), Längsdurchmesser = 4 bis 8 × Querdurchmesser.

Fadenform (*e*).

Halbschraube = Komma (*f*), ein sehr kurzer Schraubenabschnitt bis höchstens zu einem halben Schraubenumgang.

Langschraube = Spiralform (*h*). Alle Schraubenformen können entweder mit steilen oder mit flachen Schraubengängen auftreten.

Spindelform (*i*).

Ovalstäbchen (*k*), unterscheidet sich von der Spindelform durch geringere Verjüngung der Enden, von der Ovalform durch die grössere Länge = 2 bis 4 × Querdurchmesser.

Wuchsverbände:

Doppelkugel (*m*), bei blos angedeuteter Trennung: Semmelform (= Biscuitform) (*n*).

Kugelreihe (*o*) bis zu 8 Kugeln; bei blos angedeuteter Trennung: Torulaform (*p*).

Kugelfaden (*q*) oder, wenn gekrümmt: Rosenkranzform (*s*); bei blos angedeuteter Trennung: toruloser Faden (*r*).

Traubenform (*t*). Tetradenform (*w*).

Doppelstäbchen (*u*). Würfelform (x).

Gliederfaden (*v*).

Für die Bezeichnung der Wuchsform gebraucht man also vorwiegend deutsche Nomenclatur, während die Bakterienart durch lateinische Namen (Mikrokokkus, Bacterium, Bacillus, Vibrio etc.) bezeichnet wird.

Die Arten der Spaltpilze sind konstant, d. h. eine Umwandlung der einen Art in eine andere findet, soweit bis jetzt die Erfahrung reicht, nicht statt. Die Wuchsformen der Bakterien dagegen sind variabel, d. h. ein und dieselbe Spaltpilzart kann in verschiedenen Wuchsformen auftreten und für eine Spaltpilzart ist nur die Gesamtheit ihrer Wuchsformen charakteristisch.

Die Typhusbacillen z. B. sind eine in Ovalformen, in Kurz- und Langstäbchen und Fadenformen auftretende Spaltpilzart, der Kochsche Cholera-Vibrio ist ein Spaltpilz, welcher Kommas, Kurzschrauben und Spiralformen bildet. Gewisse Mikrokokkenarten dagegen, z. B. Streptococcus erysipelat. bildet als Wuchsform nur Kugeln und in Wuchsverbänden: Kugelreihen, Kugelfäden und Rosenkranzform.

2. Das makroskopische und mikroskopische Aussehen der Spaltpilzkolonien auf Gelatineplatten.

Unterschied zwischen oberflächlichen und tiefliegenden Kolonien

Für die verschiedenen Spaltpilzarten ist das makroskopische und mikroskopische Aussehen der Kolonien auf Nährgelatineplatten mehr oder weniger charakteristisch.

Durch die Wachstumsart in Nährgelatine gelangt eine Summe nicht nur von morphologischen, sondern auch von chemisch-physiologischen Eigenschaften eines Spaltpilzes in kompendiöser Weise zum Ausdruck. Es bietet sich ein Bild dar von dem biologischen Gesamtcharakter der betreffenden Bakterienart, welches die Identifizierung derselben sehr erleichtert.

Man muss zunächst zwischen oberflächlichen Kolonien, d. h. solchen, welche sich auf der Oberfläche der Gelatine entwickelt haben und zwischen tiefliegenden, d. h. solchen, welche in der Tiefe der Gelatine wachsen, unterscheiden.

Die oberflächlichen Kolonien sind fast immer grösser als die tiefliegenden. Infolgedessen glauben oft Anfänger es mit Kolonien verschiedener Bakterienarten auf der Platte zu thun zu haben, wenn auch thatsächlich nur eine Art, aber in oberflächlichen und tiefliegenden Kolonien vertreten ist. In diesem Fall belehrt meist schon die mikroskopische Wuchsform, d. h. die Anfertigung von Deckglaspräparaten aus abgeimpften Kolonien.

Man kann die Bakterien hinsichtlich ihres Wachstums auf Gelatine in zwei grosse Gruppen einteilen:

1. in Bakterien, welche die Gelatine verflüssigen oder, da es sich hiebei um Überführung in Leimpeptone handelt, in „peptonisierende Spaltpilze", und
2. in Bakterien, welche die Gelatine nicht verflüssigen, „festwachsende" oder „nicht peptonisierende Spaltpilze".

Diese beiden grossen Gruppen kann man nach Buchner*) auf Grund des makroskopischen und mikroskopischen Aussehens der Gelatineplatten-Kolonien wieder in Unterabteilungen einteilen, und zwar: Einteilung der Kolonieformen

I. Hauptgruppe: Die verflüssigenden oder peptonisierenden Bakterien mit den Abteilungen:

1. peptonisierende Mikrokokken (Fig. 38),
2. Milzbrandbacillen, Heubacillen, mit einer grossen Anzahl ähnlich wachsender Bacillen (Fig. 39 *a* tiefliegende, *b* oberflächliche Milzbrandbacillenkolonie), sowie die Proteusarten etc.,
3. andere Bacillen namentlich im Wasser und in faulenden Substraten vorkommend (Fig. 40),
4. einige Vibrio-Arten (Kochs Cholera-Vibrio, Deneckes Vibrio, der von Finkler und Prior gefundene etc.) (Fig. 41).

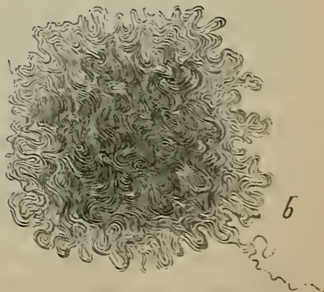
Die Kolonieformen der peptonisierenden Bakterien.

Fig. 38.



Fig. 39.





*) Archiv für Hygiene. Bd. III. Seite 365 u. f.

Fig. 40.

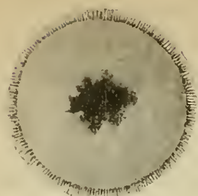
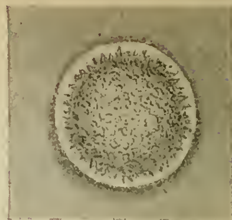


Fig. 41.



Die Form der peptonisierenden Kolonie (bei 80- bis 100facher Vergrösserung) giebt nun sofort einen Anhaltspunkt dafür, unter welche dieser Kategorien man einzureihen habe.

Untergruppe 1 bildet meist kugelige, anfangs scharf begrenzte Kolonien, von einem kreisrunden Hof verflüssigter Gelatine konzentrisch umgeben. Als Beispiel zeigt die Figur 38 die Kolonie des Staphylococcus pyogenes aureus.

Untergruppe 2 zeigt ganz eigenartig geformte Kolonien (bandschleifenartige Ausbreitungen an der Oberfläche der Gelatine, Haarbüschelformen etc.) z. B. Milzbrandbacillenkolonie (Fig. 39).

Auch die verflüssigenden Proteusarten (Proteus vulgaris, mirabilis etc.), welche weitausgedehnte Ranken- und arabeskenartige Figuren bilden und sich meist durch umfangreiche Verflüssigung der Gelatine auszeichnen, gehören hierher.

Abteilung 3 ist charakterisiert durch kreisrunde Kolonien, die jedoch nicht mit scharf linearem Rand, sondern mit einem sehr regelmässigen Saum radiär gestellter Fäserchen und Härchen an ihrer Peripherie umgeben sind. Wasserbakterien (Fig. 40).

Die Kolonien der Unterabteilung 4 sind denen der 3. Untergruppe meist sehr ähnlich. Nur tritt der erwähnte Härchenkranz an der Peripherie erst spät auf und die

Härchen oder Fäserchen sind noch feiner als bei Abteilung 3. Man kann jedoch durch mikroskopische Untersuchung eines gefärbten Präparates (Wuchsform) sofort entscheiden, mit welchen Kategorien, 3 oder 4, man zu thun hat. Fig. 41 zeigt die Kolonie des Kochschen Cholera-Vibrio.

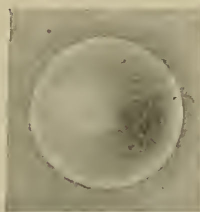
Die Kolonieformen der nichtpeptonisierenden Bakterien.

Fig. 42



a

Fig. 42



b

Fig. 44.

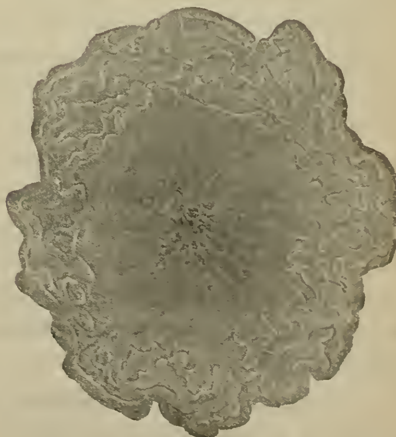


Fig. 43



a

Fig. 43



b

II. Hauptgruppe: Die nichtpeptonisierenden, die Gelatine nichtverflüssigenden Spaltpilzkolonien kann man einteilen in die Abteilungen:

1. nichtpeptonisierende (festwachsende) Mikrokokken (Fig. 42 *a* tiefliegende, *b* oberflächliche Kolonie),
2. nichtpeptonisierende Bacillen (Fig. 43 *a* tiefliegende, *b* oberflächliche Kolonie),
3. nichtpeptonisierende Proteusarten (Fig. 44),
4. festwachsende Vibrionen (z. B. Vibrio saprophiles α, β und γ).

Abteilung 1, die nichtpeptonisierenden Mikrokokken, bilden in der Tiefe der Nährgelatine regelmässig kugelige (im Mikroskop gesehen, kreisrunde), „isodiametrische“ Kolonien von verschiedener Färbung, die im Innern entweder gar keine Zeichnung, oder nur gleichförmige Granulierung, dagegen keine Strich- und Liniensysteme, keine Furchung oder dergl. darbieten, was auf ungleichmässige Entwicklung hinweisen würde. Die an der Oberfläche der Gelatine gelagerten Kolonien gelangen in Form von flachen oder steileren Kuppen mit kreisrunder Basis zur Ausbildung; im übrigen, hinsichtlich Färbung und Zeichnung im Innern, stimmen dieselben mit den tiefliegenden Kolonien überein, abgesehen davon, dass sich die Färbung und Granulierung meist nur auf das Centrum beschränkt, während der Rand der Kolonie in der Regel ungefärbt erscheint. Charakteristisch ist, dass die Kolonien der nichtpeptonisierenden Mikrokokken bei gleicher Anzahl auf der Platte stets wesentlich kleiner sind, als die der nichtpeptonisierenden Bacillen. Als Typus dieser 1. Abteilung gilt Fig. 42, Kolonien des Streptococcus erysipelat. (*a* tiefliegende, *b* oberflächliche Kolonien).

Abteilung 2, die nichtpeptonisierenden Bacillen, bilden im Innern der Nährgelatine zwar vielfach noch kugelige, im allgemeinen aber zu ungleichmässiger,

„anisodiametrischer“ (ellipsoidischer etc.) Entwicklung tendierende Kolonien von verschiedener (gelber, brauner, grüner etc.) Färbung. Die Zeichnung im Innern ist entweder eine einfache Granulierung oder ein System von Strichelchen und Linien (oft konzentrische Ringe). Besonders charakteristisch aber sind hier die an der Oberfläche der Nährgelatine zur Entwicklung gelangenden Kolonien, welche sich in Form flacher Kuppen oder von kleinen Schleimtröpfchen oder von Schüppchen mit knorpeligem Aussehen auf derselben ausbreiten und bei auffallendem Licht oft perlmutterartigen Glanz zeigen. Die Peripherie dieser Kolonien kann zwar, namentlich in jüngeren Stadien, kreisrund sein, dieselbe tendiert aber entschieden zu anisodiametrischer Entwicklung. Dieselbe wird polygonal, buchtig oder gelappt. Die Zeichnung im Innern kann eine einfache Granulierung sein, oder es zeigen sich Liniensysteme von verschiedener Art, oder es bildet sich durch eigentümliche Verteilung von Licht und Schatten der Eindruck von Furchungen und Erhabenheiten, die den Anschein des Hautreliefs eines Gebirgslandes gewähren können, mitunter auch wie Festungscroquis aussehen.

Das Charakteristische dieser Abteilung gegenüber der vorhergehenden ist das Anisodiametrische in der Entwicklung der Kolonie. Während die Mikrokokken, wohl in Übereinstimmung mit ihrer isodiametrischen Form, an und für sich auch isodiametrische Kolonien zur Entwicklung bringen, so findet hier stets eine nach den verschiedenen Richtungen hin mehr oder weniger ungleichmässige Entwicklung statt.

Bei vollständig anisodiametrisch ausgebildeter Kolonie kann man ziemlich sicher sein, dass dieselbe nicht aus Mikrokokken, sondern aus Stäbchen (meist Kurzstäbchen) besteht, umgekehrt beweist aber das Vorhandensein anscheinend isodiametrischer Kolonien noch nicht die Anwesenheit eines Mikrokokkus, da auch manche Bacillen

in wenigstens sehr annähernd isodiametrischen Kolonien auftreten können.

In diese Abteilung gehört eine grosse Zahl von Arten, z. B. die Typhusbacillen (Fig. 43 *a* tiefliegende, *b* oberflächliche Kolonie), die als Typus gelten können. Viele Fäulnisbakterien, das Bacterium coli commune und die zahlreichen ihm nahestehenden Kurzstäbchenarten gehören hierher.

Die 3. Abteilung, die festwachsenden Proteusarten, bilden Kolonien, welche ein ähnliches Aussehen, wie die der verflüssigenden Proteusarten haben: bandschleifenartige Ausbreitungen auf der Oberfläche der Gelatine und schneckenartig gewundene, spindel- oder wurzelförmige Kolonien in der Tiefe derselben. Einzelne Zoogläen laufen in dünne, dicht gewundene Spiralen aus. Fig. 44 giebt die hierhergehörigen Kolonien des Helikobacterium Zopfii.

Die Kolonien der 4. Abteilung (festwachsende Vibrionen) stehen bezüglich der Grösse zwischen den Abteilungen 1 und 2. Der Rand der oberflächlichen Kolonien ist meistens kreisrund, die tiefliegenden Kolonien sind zwar vorzugsweise isodiametrisch, sonst aber den Kolonien der festwachsenden Bacillen sehr ähnlich.

Die obige Einteilung ist selbstverständlich nicht erschöpfend. Dieselbe hat lediglich den Zweck, dem Anfänger die Orientierung zu erleichtern und eine Übersicht über die Kolonieformen der bekannteren Spaltpilze zu verschaffen.

3. Die Wachstumseigentümlichkeiten auf verschiedenen Nährsubstraten

können ebenfalls wertvolle Anhaltspunkte für die Identifizierung einer Bakterienart liefern.

Stichkultur

Zunächst ist es die Gelatine-Stichkultur, die bei verschiedenen Arten charakteristische Merkmale aufweist.

Behufs Anlegung einer Stichkultur berührt man mit einem geglühten, geraden Platindraht die Reinkultur einer Bakterienart, wie sie sich z. B. nach der Übertragung von der Platte (cf. S. 139) in Gelatine entwickelt hat, nimmt den Pfropf von einem mit Gelatine beschickten Reagensglas ab, indem man das letztere mit der Mündung nach unten hält und sticht nun den Draht circa 4 cm tief in die Mitte der Gelatine ein, zieht ihn wieder rasch heraus und verschliesst mit dem Wattepropf, der inzwischen so zwischen dem kleinen und Ring-Finger der linken Hand gehalten wurde, dass jener Teil, welcher in das Reagensglas eingeführt wird, lediglich mit der Luft in Berührung kam.

Nach wenig Tagen hat sich vom Impfstich aus die Stichkultur entwickelt, die bei den verschiedenen Bakterienarten mehr oder weniger Unterschiede zeigt. So wachsen z. B. von den nichtverflüssigenden Bakterien die Erysipelkokken, die Mäuseseptikämiebacillen u. a. blos im Verlauf des Impfstiches, nicht auf der Oberfläche der Gelatine, und zwar die ersteren in Form eines zarten Schleiers, während die Stichkultur der letzteren ein bürstenförmiges Aussehen hat, indem vom Impfstich aus feine Fäserchen horizontal in die Peripherie gehen.

Andere Bakterienarten wachsen nur auf der Oberfläche der Gelatine, nicht im Impfstich, und endlich giebt es solche, welche sowohl an der Oberfläche, als im ganzen Verlauf des Impfstiches wachsen. Die einen bilden auf der Oberfläche einen feinen, durchscheinenden Belag, welcher bei gewissen Arten die ganze Fläche der Gelatine (Typhusbacillen) oder nur einen Teil derselben überzieht (Bacterium aërogen. lactis), wieder andere bilden nagelförmige Kuppen (Friedländers Pneumoniebakterien) etc.

Bei den verschiedenen Arten der verflüssigenden Bakterien zeigt die Stichkultur ebenfalls Unterschiede, besonders in Bezug auf die Schnelligkeit der Verflüssigung. Bei einzelnen bildet sich auf der Oberfläche der verflüssigten Gelatine eine Haut, bei anderen nicht u. s. w.

Strichkultur

Will man das Oberflächenwachstum der Bakterien gut zur Anschauung bringen, dann macht man auf die im schiefliegenden Reagensglas erstarrte Gelatine, welche eine grosse Oberfläche darbietet, einen Strich von unten bis oben, indem man den mit der Reinkultur in Berührung gebrachten Platindraht auf der Oberfläche der Gelatine abstreift.

(Bei Anlegung der Stich- und Strichkultur muss die Gelatine frisch, d. h. die Oberfläche darf nicht vertrocknet sein, weil sonst das Wachstum sehr kümmerlich ist, oder ganz ausbleibt. Ist die Gelatine schon vor längerer Zeit bereitet worden und ist die Oberfläche nicht flach, sondern eingezogen, dann muss man die Probe verflüssigen und neuerdings erstarren lassen.)

Die Strichkultur wird namentlich bei Blutserum angelegt.

Auch die Agar-Agar-Stich- und Strichkultur kann bei manchen Bakterienarten die Identifizierung erleichtern.

Kartoffelkultur

Fig. 45.



Besonders aber gilt dies für die Kartoffelkultur, welche eines der besten Differenzierungsmittel ist.

Behufs Herrichtung der Kartoffel für Bakterienkulturen sterilisiert man weite, mit Watte verschlossene Reagensgläser, auf deren Boden ein kleiner Wattebausch gebracht wurde, bei 160° C im Trockenschrank und giebt dann soviel sterilisiertes Wasser hinein, dass die Watte davon durchtränkt ist. Dann werden einige Kartoffeln ohne weitere Vorbereitung mit einem Küchenmesser geschält und nachdem etwaige faule Stellen ausgeschnitten wurden, unter dem Strahl der Wasserleitung gut abgewaschen. Alsdann werden die geschälten Kartoffel in Stücke von flachprismatischer Form zerlegt. Diese kommen in die Reagensgläser, welche nun $3/4$ Stunden im strömenden Dampf sterilisiert werden. Die beim Kochen aus dem Kartoffelstück austretende Flüssigkeit sammelt

sich in der Watte. Das Impfmaterial wird dann mittelst geglühter Platinöse oder Spatel auf die breite Kartoffelfläche in Form eines einige Millimeter breiten Streifens aufgestrichen und verrieben.

Gewisse Bakterien bilden einen dicken, saftigen, rahmartigen, andere einen dünnen, glänzenden, kaum sichtbaren Belag (Typhusbacillen) auf der Kartoffel; andere wachsen in Form einer runzeligen Haut, wieder andere bilden gelbes, braunes, grünliches, rotes Pigment etc.

4. Infektionsversuche (Identifizierung pathogener Bakterien).

Bei der Identifizierung einer pathogenen Bakterienart, d. h. beim Nachweis der spezifischen Bedeutung derselben, sind nach Koch die folgenden Punkte zu berücksichtigen. Identifizierung pathogener Bakterien

Eine Bakterienart darf nur dann als spezifisch angesehen werden, wenn sie sich ausschliesslich bei der betreffenden Krankheit (nicht bei einer anderen oder im normalen Körper) und zwar konstant in allen Fällen, in solcher Menge findet, dass die Krankheitserscheinungen hieraus erklärbar sind. Eine weitere Thatsache, welche für die spezifische Bedeutung spricht, ist der Nachweis von Reaktionserscheinungen im Gewebe, wie sie nachweislich durch pathogene Bakterien verursacht werden.

Schliesslich ist es absolut notwendig, um die spezifische Bedeutung einer pathogenen Bakterienart sicher zu stellen, dieselbe nach den erörterten Methoden aus den Organen oder dem Blut der frischen Leiche reinzuzüchten und mit der Reinkultur Infektionsversuche an Tieren auszuführen. Gelingt es durch die letzteren, dieselben Krankheitserscheinungen und Gewebsveränderungen hervorzurufen, wie sie für die betreffende Infektionskrankheit charakteristisch sind, dann erst ist die spezifische Bedeutung der betreffenden Bakterienart sicher dargethan.

Als Infektionsmethoden kommen in Betracht:

Infektionsmethoden

1. Die cutane Impfung. Es wird ein oberflächlicher Schnitt in die cutis gemacht, welcher nicht blutet. Das Infektionsmaterial wird in die verletzte Stelle eingestrichen.
2. Die subcutane Impfung. Man macht einen kleinen Schnitt durch die Haut, geht mit einer Sonde oder dergleichen ein und bildet eine „Hauttausche“, in welche der Impfstoff eingestrichen wird.
3. Die subcutane Injektion. Das Impfmaterial wird in Wasser suspendiert, mittelst einer sterilisierbaren Spritze (zu beziehen bei Katsch, München) subcutan injiziert.
4. Injektion in die Blutbahn. Man präpariert eine grössere Vene (Ohrvene beim Kaninchen, bei kleineren Thieren die v. jugularis) blos und injiziert mit der Katschschen Spritze.
5. Die Injektion in die vordere Augenkammer setzt uns in den Stand, die Entstehung und den Verlauf der pathologischen Veränderungen fortgesetzt zu beobachten. Das Auge wird kokainisiert, ein Lidhalter eingelegt, der Augapfel mittelst einer Häkchenpincette fixiert und die Nadel an der Grenze von Conea und Sclera eingestochen. Man lässt das Kammerwasser aus der Kanüle fliessen und injiziert dann einen Tropfen der Bakteriensuspension.
6. Die Resultate, welche man bei Injektion in die Bauch- oder Pleurahöhle erhält, sind nur mit Vorsicht zu verwerten, da es sich hiebei sehr oft um Intoxikation, nicht um Infektion handelt, und da der Eingriff an und für sich schon gefährlich sein kann.
7. Für Inhalationsversuche (Infektion von den Respirationsorganen aus) ist die von Buchner*)

*) Archiv für Hygiene. Bd. VIII. Seite 145.

angegebene Methode die beste. Man kann auch Trachealkanülen in die Trachea einheilen lassen, um dann später eine wässerige Suspension des Impfmaterials tropfenweise zu injizieren.

8. Um eine Infektion vom Darm aus zu erzielen, kann man die Bakterienkultur verfüttern, oder mittelst sehr weicher Gummi-Schlundsonde und Trichter direkt in den Magen giessen.

Vorsichtsmassregeln bei Infektionsversuchen

Bei allen Infektionsversuchen sind bestimmte Vorsichtsmassregeln streng einzuhalten. An den Hautstellen, an welchen die Infektion durch Impfung, subcutane oder intravenöse Injektion ausgeführt werden soll, müssen in weitem Umkreise die Haare entfernt, die Haut oberflächlich mit Seife gewaschen und mit 1 pro mille Sublimatlösung keimfrei gemacht werden. Die zur Herstellung der Wunde dienenden Instrumente, die Spritzen und Hohlnadeln müssen vorher bei 160 °C trocken sterilisiert werden. Um bei Anwendung der Katschschen Spritze das Einwachsen des Asbeststempels beim Sterilisieren zu verhüten, giebt man hinter denselben einige Tropfen Olivenöl.

Reinzüchtung der Anaërobien.

Reinkultur der Anaërobien

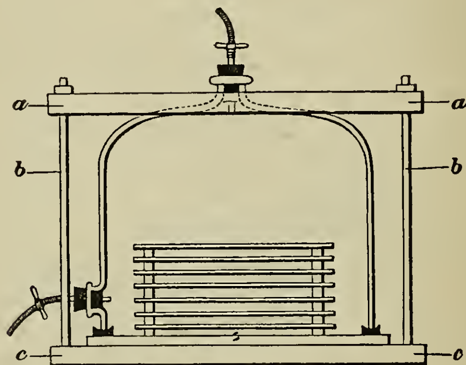
Zur Reinkultur von Bakterien, welche nur bei vollständigem Sauerstoffabschluss wachsen, verwendet man eine von Liborius*) angegebene Methode. Die mit dem Impfmaterial in üblicher Weise vermischte Nährgelatine (oder Nähr-Agar) wird auf Glasplatten ausgegossen und diese unter eine hermetisch geschlossene Kupferglocke gebracht, aus welcher aller Sauerstoff durch längeres Durchleiten von Wasserstoffgas verdrängt wird. Eine doppelt tubulierte Kupferglocke (Fig. 46) sitzt auf einem Kautschukring auf, welcher auf der Eisenplatte *c* liegt.

---

*) Zeitschrift für Hygiene Bd. I, S. 128.

Gegen diesen Ring wird die Glocke fest angepresst durch den hölzernen, in der Mitte ausgeschnittenen und auf der Kuppel der Kupferglocke gut aufliegenden Deckel *a*, der durch vier eiserne Stangen *b* mit der Eisenplatte *c* verbunden ist. Über dem Deckel ist an jeder der vier eisernen Stangen ein Gewinde angebracht, auf denen eine Schraubenmutter sitzt, so dass durch Anziehen der

Fig. 46.



letzteren, mittelst eines Schlüssels, ein sehr energischer Druck auf den Deckel *a* und auf die Kupferglocke ausgeübt werden kann. Dadurch wird ein dauernd luftdichter Verschluss erzielt. Jeder Tubulus der Glocke ist mit einem durchbohrten Kautschukpfropfen versehen; die in der Bohrung steckenden Glasrohre werden mit Kautschukschläuchen überzogen, die durch kräftige Quetschhähne verschliessbar sind. Der Apparat muss bei jedem Versuch durch Manometer auf seine Dichtigkeit (bei starkem Überdruck) geprüft werden. Die Verdrängung der Luft geschieht, nachdem die Gelatin- oder Agarplatten unter die Glocke gebracht wurden, durch längere Durchleitung von Wasserstoffgas, worauf die Quetschhähne geschlossen werden. Den Apparat lässt man bei gewöhnlicher Temperatur stehen oder man bringt ihn in den Brutofen.

Nach einigen Tagen werden die Kulturen herausgenommen und durch Abimpfen unter mikroskopischer Kontrolle Reinkulturen hergestellt.

Zur Weiterführung der Reinkulturen von anaëroben Bakterien ist die Methode von Buchner besonders geeignet, welche in der Absorption des Sauerstoffs durch alkalisches Pyrogallol besteht. Ein grosses Reagensglas von 25 cm Länge und 3 cm Weite hat an seinem unteren Teile eine Einschnürung. Auf den Grund desselben werden 1 gr trockene, käufliche Pyrogallussäure und 10 ccm einer 0,1 prozentigen Kalilauge (1 Teil Liquor kali caust., 10 Teile Wasser) gebracht und dann ein gewöhnliches vorher mit Reinkultur inficiertes Kulturröhrchen mit Nährgelatine oder Agar, Serum oder Kartoffel etc. so hineingebracht, dass dasselbe auf der Einschnürung aufsteht. Der Wattepfropf des Röhrchens kann nach dem Einführen mittelst Pincette etwas gelockert werden, um die Absorption des Sauerstoffs im inneren Rohr zu beschleunigen. Alsdann wird die äussere Röhre durch einen neuen, elastischen, fest schliessenden Kautsckukpfropf, den man zweckmässig an seinen Seitenwandungen etwas benetzt, luftdicht verschlossen. Die Sauerstoffabsorption ist in etwa 24 Stunden vollendet. Beschleunigt wird dieselbe durch öfteres Umschütteln, sowie dadurch, dass man die Kalilauge in die äussere Röhre in kochend heissem Zustand einträgt und die allzu rasche Abkühlung durch Umwickeln mit Watte verhindert.

Das Verfahren ist auch für Plattenkulturen anwendbar, indem unter eine luftdicht schliessende Glocke (Methode von Liborius) grössere Mengen von Pyrogallussäure und Kalilauge zugleich mit den Platten eingebracht werden.

Bakteriologische Untersuchung des Wassers.

Entnahme der Wasserproben.

Probe-entnahme

Die Entnahme der zur bakteriologischen Untersuchung bestimmten Wasserproben ist nach dem Zweck der Untersuchung einzurichten.

Die Versuche von Fränkel haben gezeigt, dass bei gewöhnlichen Röhrenbrunnen das Grundwasser als solches in der Regel keimfrei in den Brunnenkessel eintritt und die Bakterien erst innerhalb des letzteren aufnimmt.

Infolgedessen ist der erste Liter Wasser, den man aus einem solchen Brunnen pumpt, viel reicher an Bakterien, als der fünfzigste oder hundertste Liter, besonders wenn der Brunnen vorher mehrere Stunden nicht benützt wurde.

Es genügt daher nicht, einfach eine beliebige Probe zu entnehmen und auf Grund der Untersuchung derselben das betreffende Brunnenwasser zu begutachten.

Man wird vielmehr sowohl die Art und Weise der Probeentnahme (ob durch Auspumpen oder direktes Ausschöpfen aus dem Brunnenkessel), als die Zahl der zu entnehmenden Proben je nach dem Zweck der Untersuchung einrichten und abändern.

Will man z. B. über die Beschaffenheit des Brunnenwassers, so wie es von den Konsumenten getrunken, oder als Nutzwasser verwendet wird, ein Urteil gewinnen, so wird man zunächst eine Probe entnehmen, nachdem die Pumpe eine Nacht hindurch nicht benutzt wurde, dann wird man 50, 100, 500 Liter auspumpen und in diesen Intervallen ebenfalls Wasserproben entnehmen.

Liegt der zu untersuchende Brunnen, Fluss etc. in der Nähe des Laboratoriums, dann kann man zum Einfüllen des Wassers Erlenmeyersche Kölbchen verwenden, welche mit Watte verschlossen bei 160 ° C sterilisiert werden. Am Brunnen wird die Mündung des Kölbchens mit einer Spiritusflamme flambiert und nach dem Erkalten die Wasserprobe eingefüllt.

Müssen die Proben länger transportiert oder mit der Post verschickt werden, dann ist die folgende, früher schon von Pasteur für die bakteriologische Luftuntersuchung benützte, neuerdings von Flügge*) für die Entnahme von Wasserproben vorgeschlagene Methode anzuwenden:



Fig. 47.

Aus einer leicht schmelzbaren Glasröhre werden Kugeln von circa 25ccm Inhalt geblasen, während die etwa 6 cm lange Glasröhre *H* am anderen Ende in eine dünne Kapillarröhre *J* ausgezogen und zugeschmolzen wird, solange die Kugel *K* noch glühend heiss ist (Fig. 47).

Nach dem Abkühlen hat man im Innern des Gefässes ein relatives Vakuum. Um diese Kugelröhren zu sterilisieren und für die Entnahme der Wasserprobe vorzubereiten, öffnet man die Spitze der Kapillare, während dieselbe in destilliertes Wasser eingetaucht ist. Das Wasser stürzt in den luftverdünnten Raum und füllt zu $^2/_3$ die Kugel. Nach dem Abtrocknen umwickelt man die Glasröhre bei *H* mit einem Streifen Filtrierpapier und fasst dieselbe hier mit der Zange. Das Papier nimmt alles, bei dem nun folgenden Erhitzen von der Kapillare abtropfende Wasser auf und verhütet so das Zerspringen der heissen Kugel. Das in der Kugel befindliche Wasser wird bis zum Kochen erhitzt, so dass der Wasserdampf zischend aus der Öffnung der Kapillare entweicht. Sobald der letzte Tropfen verdampft ist, wird die Öffnung der Kapillare zugeschmolzen. Die so sterilisierten Gefässe bringt man an den Ort der Entnahme, macht am Ende der Kapillare einen Feilenstrich, flambiert dasselbe und lässt erkalten. Dann bringt man die Spitze der Kapillare je nachdem in den kräftigen Strahl einer Pumpe, einer Wasserleitung, oder unter die Oberfläche des Flusswassers

*) cf. A Pfeiffer: Repertorium der analyt. Chemie. 1886. Seite 517.

und bricht mittelst sterilisierter Schere oder Zange die Spitze ab. Wenn das in die Kugel stürzende Wasser dieselbe fast ganz gefüllt hat, schmilzt man das Ende der Kapillare sofort wieder zu. Man muss sorgfältig darauf achten, dass die Spitze der Kapillare während des Abbrechens im Wasserstrahl bleibt, da sonst Luft statt Wasser aspiriert würde.

Die so gefüllten Kugelröhren können nun in Eis verpackt und verschickt werden. Hiebei benützt Pfeiffer ein Blechgefäss mit genau schliessendem Deckel von etwa 30 cm Höhe und 20 cm Durchmesser. Dasselbe enthält im Innern auf seinem Boden 4 aufgelötete Blechringe von 3 cm Höhe, in welche je eine genau schliessende Blechbüchse zur Aufnahme der Wasserkölbchen eingepasst ist. In diese Blechbüchsen kommen die mit dem Wasser beschickten Kölbchen in Watte verpackt, worauf erstere in die Ringe eingesteckt und mit Eis umgeben werden. Das Eis wird fein zerschlagen, das ganze Gefäss vollgepackt und der Deckel, den man mit Gummiringen abdichten kann, aufgesetzt. Darauf wird das Gefäss in ein wollenes Tuch eingeschlagen und, in eine Kiste mit Stroh verpackt, zur Post gegeben. Das Eis ist auch nach 24stündigem Transport nicht ganz geschmolzen und deshalb noch eine Temperatur von 0^0 C im Gefäss vorhanden.

Ausführung der bakteriologischen Wasseruntersuchungen.

Kommt das Wasser in den beschriebenen Kugelröhren zur Untersuchung, dann bringt man an der weiteren Glasröhre unterhalb der Stelle, an welcher sie in die Kapillare übergeht, einen Feilenstrich an, flambiert gut und bricht die Röhre ab. Alsdann führt man eine sterilisierte in $^1/_{100}$ ccm geteilte 1 ccm-Pincette, welche an ihrem Saugende einen Wattepfropf trägt, in die Röhre ein und entnimmt das Wasser, welches unmittelbar vorher gut geschüttelt worden ist.

Man giebt nun in je eine verflüssigte Nährgelatineprobe je 0.05, 0.1, 0.5 und eventuell 1 ccm Wasser, mischt gut und giesst in der gewöhnlichen Weise (cf. S. 137) auf sterilisierte Glasplatten aus.

War das Wasser sehr stark verunreinigt und enthielt dasselbe beispielsweise 10,000 Keime pro ccm, so werden auf der mit 0,1 ccm Wasser beschickten Platte circa 1000 und auf der mit 0,05 ccm besäten 500 Kolonien zur Entwicklung kommen, also eine Zahl, bei welcher die Kolonien in der Gelatine genügend weit auseinander liegen, sich daher gut und charakteristisch entwickeln und leicht gezählt werden können. Die mit 0.5 und 1 ccm Wasser gegossenen Platten werden dagegen wegen der dichten Lagerung der Kolonien unbrauchbar sein. War das Wasser sehr rein und enthielt 1 ccm z. B. nur 40 Keime, so wird wenigstens die mit 1 ccm Wasser gegossene Platte verwertbar sein; auf derselben werden etwa 40 und auf der mit 0.5 ccm Wasser bereiteten circa 20 Kolonien zur Entwicklung kommen.

Die Zahl der Kolonien der einen Platte wird also durch die der anderen kontrolliert.

Bei genügender Verdünnung und Mischung wird in den meisten Fällen die Kolonie aus einem Keim hervorgegangen sein, so dass man durch die Zählung der Kolonien wenigstens sehr annähernd die Zahl der in einer gewissen Menge Wasser enthaltenen Keime erhält.

Zählung der Kolonien

Die Zahl der Kolonien wird immer auf 1 ccm Wasser berechnet. Um die Kolonien zu zählen, legt man die Platte auf ein Stück Papier, auf welches ein in □cm eingeteilter □dcm gezeichnet ist. Man zählt dann mittelst der Lupe die Kolonien in circa 20 gleichmässig über der Platte verteilten □cm und berechnet das Mittel pro □cm. War z. B. die Platte mit 0.5 ccm Wasser gegossen worden und ergab die Messung, dass die Gelatineschichte 10 cm lang und 10 cm breit, also 100 □cm gross war, so ist, wenn die Zählung der Kolonien pro 1 □cm im Mittel 6 ergab, die Zahl der Kolonien auf der ganzen Platte 6 × 100 = 600 und pro 1 ccm Wasser = 1200.

Will man die Untersuchung des Wassers am Orte der Entnahme ausführen, was in vielen Fällen, namentlich bei weiter Entfernung des Laboratoriums, sehr empfehlenswert ist, dann wendet man die Modifikation des Kochschen Plattenverfahrens von Esmarch an.*)

Methode von Esmarch

Man nimmt in sterilisierten Blechbüchsen eingeschlossene, sterilisierte 1 ccm-Pipetten, sowie recht weite Gelatineröhrchen, die aber nur wenig (höchstens 10 ccm) Nährgelatine enthalten, an den Brunnen oder Fluss etc. mit, erwärmt dieselben in einem Wasserbad von 35 ⁰ C oder vorsichtig über der Flamme, bis die Gelatine eben flüssig geworden ist und beschickt ein jedes Röhrchen, wie oben angegeben, mit abgemessenen Mengen des zu untersuchenden Wassers. Alsdann drückt man den Wattepfropf gut ein und stülpt über die Mündung des Röhrchens eine gut schliessende Gummikappe, damit kein Wasser durch die Watte ins Innere des Gläschens eindringen kann. Nun lässt man das Gläschen wagrecht auf einer Schale sehr kalten Wassers schwimmen und versetzt dasselbe sofort durch leichte Bewegungen mit der rechten Hand in Rotation. Dadurch wird die Gelatine an der Innenwand des Reagensglases gleichmässig verteilt und zum Erstarren gebracht, so dass man so zu sagen eine aufgerollte Gelatineplatte erhält, die eine nahezu ebensogrosse Fläche einnimmt, wie sie die gewöhnlichen Gelatineplatten besitzen. Ist die Rollplatte gelungen, dann kann man kaum sehen, dass sich überhaupt Gelatine in dem Reagensglas befindet.

Haben sich nach einigen Tagen die Kolonien entwickelt und soll die Zahl derselben ermittelt werden, dann verfährt man folgendermassen: aus einem beliebigen Stück Papier schneidet man verschieden grosse Quadrate von 1, $1/2$ oder $1/4$ cm Seitenfläche heraus, fixiert es sodann mit der linken Hand auf einer beliebigen Stelle des Reagensglases und zählt nun unter der Lupe die Anzahl der im ausgeschnittenen Quadrate sichtbaren Kolonien.

---

*) Zeitschrift für Hygiene. Bd. I, S. 293 etc.

Man wiederholt dies noch an beliebigen anderen Stellen des Glases, wodurch man zugleich ein Urteil über die gleichmässige Aussaat erhält, berechnet aus der Anzahl der gezählten Quadrate das Mittel und multipliziert das letztere mit der vorher ausgemessenen Reagensglasoberfläche, welche Zahl sodann die Summe sämmtlicher im Glase befindlicher Keime ergeben wird.

Den Oberflächenwert der Gelatineschicht im Reagensglas erhält man nach Esmarch, indem man die Länge des Glases (vom Beginn der Krümmung des unteren Endes an nach aufwärts bis zum inneren Ende des Wattepfropfes), mit dem Umfang desselben multipliziert. Das untere abgerundete Ende des Glases, sowie die Fläche, welche durch den Wattepfropf gebildet wird, berücksichtigt man dadurch, dass man den Durchmesser des Röhrchens der oben gefundenen Röhrchenlänge hinzuaddiert.

Da bei längerem Anfassen des Glases mit der warmen Hand die Gelatine leicht flüssig wird, so benützt man zweckmässig einen von Esmarch angegebenen Apparat (Fig. 48), welcher das Reagensglas *R* in einer Hülse *V* fixiert. Dieselbe ist verschiebbar und besitzt Ausschnitte von 1, $^1/_2$ und $^1/_4$ □cm. Man schiebt einen solchen Ausschnitt unter die Lupe *L*, welche über der Hülse befestigt ist und zählt die Kolonien *C* und *c*.

Fig. 48.

Das Herausfischen einzelner Kolonien gelingt leicht, wenn man durch Drehen den Wattepfropf lockert und herausnimmt.

Ein grosser Vorteil dieser Methode besteht darin, dass man derartige Rollplatten (wenn keine verflüssigenden Kolonien vorhanden sind, oder wenn Agar-Agar benützt wurde) beliebig lange, ohne in der Besichtigung derselben behindert zu sein, vor Verunreinigung durch Keime aus der Luft geschützt, aufbewahren kann.

Für die Beurteilung des Wassers als Trink- und Nutzwasser sind die beschriebenen Methoden der Untersuchung ausreichend.

Methode der fraktionierten Einsaat

Bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen, wird man unter Umständen auch andere Methoden, z. B. die Verdünnungsmethode von Miquel (Methode der fraktionierten Einsaat [s. S. 170] anwenden. Man verteilt das in bestimmtem Masse verdünnte Wasser tropfenweise in 40 Bouillonproben und berechnet die Anzahl der Keime aus der Anzahl der in der Folge sich trübenden Bouillonkonserven, unter Beachtung des Grades der Verdünnung und der Anzahl der eingesäeten Tropfen. Wurden z. B. je 0.01 ccm in 50 Bouillonproben ausgesäet und trübten sich von diesen beim Aufbewahren im Brütschrank 10 (mehr als 12 [d. h. 25%] sollen sich überhaupt nicht trüben, weil sonst der Versuch ungenau wird), so waren in $0.01 \times 50 = 0.5$ ccm 10, in 1 ccm Wasser also 20 Keime enthalten. (Über den zu gebrauchenden Grad der Verdünnung des zu untersuchenden Wassers mit sterilisiertem Wasser, kann man sich durch einen orientierenden Versuch leicht Gewissheit verschaffen, da nach 24 Stunden im Brütapparat nach Miquel der vierte Teil der im Wasser enthaltenen Bakterienkeime sich entwickelt, während welcher Zeit das zu untersuchende Wasser bei 0° C aufbewahrt wird.) Durch die Miquelsche Methode erhält man wesentlich grössere Zahlen als durch das Gelatineplatten-Verfahren.

Vorsichtsmassregeln bei Wasseruntersuchungen

Schliesslich ist noch ein sehr wichtiger Punkt ganz besonders zu beachten: Die bakteriologische Untersuchung des Wassers muss möglichst bald nach der Entnahme, spätestens 1—2 Stunden nach derselben, vorgenommen werden, da bei gewöhnlicher Temperatur in den Wasserproben eine so rapide Vermehrung der Bakterien eintritt, dass beispielsweise ein Wasser, welches sofort nach der Entnahme 100 Keime enthielt, nach 24 Stunden 5000 und nach 36 Stunden 15000 und mehr Bakterien aufweist.

Bevor die zur Aussaat auf Gelatine bestimmte Wassermenge mit der Pipette entnommen wird, muss das Wasser, um eine gleichmässige Verteilung der Keime zu erzielen, gut geschüttelt werden.

Da sich nach Professor Cramer die Bakterien im Wasser unter Umständen (besonders wenn es gröbere suspendierte Stoffe enthält) ziemlich rasch senken, so muss dass Pipettieren möglichst rasch ausgeführt und die Pipette, während des Abnehmens der Wattepfröpfe etc., nahezu horizontal gehalten werden.

Beurteilung der Resultate bakteriologischer Wasseruntersuchungen.

Beurteilung des Resultates der bakteriolog. Wasser-untersuchung

Wenn die Kochsche Schule bei Beurteilung des Trinkwassers „das Freisein desselben von Infektionsstoffen" als Hauptnorm aufstellt, so muss dies als eine sonderbare Forderung bezeichnet werden. Vom hygienischen Standpunkte muss man viel mehr verlangen, nämlich eine solche Herstellungsart der Brunnen, dass nichts in dieselben hinein gelangt, als reines Grundwasser.

Durch die epidemiologische Forschung wurde der Beweis erbracht, dass epidemische Krankheiten (insbesondere Typhus und Cholera) nicht durch Trinkwasser verursacht werden. In Übereinstimmung mit den epidemiologischen Thatsachen ist durch bakteriologische Untersuchungen nachgewiesen, dass Choleravibrionen, selbst wenn sie in kolossaler Zahl in den Brunnen gebracht werden, nach 24 Stunden daraus verschwunden resp. darin zu Grunde gegangen sind. Keine einzige pathogene Bakterienart vermag sich im Wasser zu vermehren, alle gehen vielmehr in kurzer Zeit darin zu Grunde.

Nun behaupten aber bekanntlich einzelne Forscher, dass es ihnen gelungen sei, zur Zeit von Epidemien Choleravibrionen und Typhusbacillen im Trinkwasser nachzu-

weisen und selbst so kritische Beobachter wie Hüppe und Fränkel glauben, dass diese Beobachtungen richtig sind.

Wenn man aber auch den Nachweis von Choleravibrionen in einem indischen Tank durch Koch als Thatsache anerkennt, so beweist dieser einzig dastehende Fall doch nicht, dass durch diese Choleravibrionen im Wasser wirklich auch Cholera beim Menschen verursacht wurde. Im Gegenteil, es ist höchst wahrscheinlich, dass dies nicht der Fall war, da in demselben Tank auch in cholerafreien Zeiten Choleravibrionen gefunden wurden. In dem betreffenden Tank wurden die mit Exkrementen beschmutzten Hemden von Cholerakranken gewaschen; es konnten daher Choleravibrionen naturnotwendig zeitweise im Wasser vorhanden sein, dass aber durch diese Cholera beim Menschen verursacht wurde, ist nicht bewiesen.

Als die Cholera in Palermo herrschte, konnten Buchner, Emmerich und Leone keine Choleravibrionen im Trinkwasser finden, obgleich alle Brunnen der Stadt untersucht wurden.

Noch viel schlimmer steht es mit dem angeblich gelungenen Nachweis von Typhusbacillen im Brunnenwasser. Es ist nämlich heutzutage überhaupt noch nicht möglich, die ausserhalb des menschlichen Körpers im Wasser oder im Boden vorhandenen Typhusbacillen mit voller Sicherheit als solche nachzuweisen. Man betrachtet gegenwärtig die Kartoffelkultur als sicheres Kriterium für die Identifizierung von Typhusbacillen, und wenn im Wasser gefundene Bacillen auf der Kartoffel so wachsen, wie Typhusbacillen, dann sagt man: es sei der Nachweis von Typhusbacillen im Wasser geglückt. Nun giebt es aber im Wasser, im Boden etc. Bakterien, welche auf der Gelatineplatte und in Gelatinestichkulturen die gleichen Wachstumsverhältnisse zeigen, wie die Typhusbacillen.

Die Wachstumseigentümlichkeiten dieser, den Typhusbacillen morphologisch gleichen Spaltpilze auf der Kartoffel sind nun aber noch nicht näher untersucht.

Da der bei anderen pathogenen Bakterien ausschlaggebende Tierversuch bei den Typhusbacillen zur Identifizierung nicht herangezogen werden kann, und da die Wachstumseigentümlichkeiten der, den Typhusbacillen morphologisch und biologisch nahestehenden saprophytischen Bakterien nicht genügend erforscht sind, so ist die Richtigkeit aller Fälle, bei denen behauptet wurde, dass der Nachweis der Typhusbacillen im Brunnenwasser gelungen sei, stark anzuzweifeln und es kann denselben keine Beweiskraft für die angebliche ätiologische Bedeutung des Trinkwassers zukommen. Bei einer lokal begrenzten Typhusepidemie in Passau, im Jahre 1889, ergab die Untersuchung des verdächtigen Wassers durch Emmerich und Karlinsky, dass in demselben Typhusbacillen nicht vorhanden waren.

Bei der Wasserversorgung von Ortschaften kommt also die Frage, ob im Wasser keine pathogenen Bakterien sind, nicht in Betracht; denn wohin würde es führen, wenn man alle Wasser, die für die Versorgung einer Stadt in Vorschlag gebracht werden, auf die Gegenwart von pathogenen Bakterien untersuchen wollte. Da würde man z. B. eine Streptokokkenart auf der Platte finden, die genau so wächst wie der Streptococcus pyogenes und erysipelat. Man müsste nun Infektionsversuche machen, um nachzuweisen, dass es sich nicht um diese pathogenen Streptokokken, sondern um einen Saprophyt von ähnlichen morphologischen und biologischen Eigenschaften handelt. Da aber noch niemals Erysipel oder Blutvergiftung durch Trinkwasser verursacht wurde, so wird es Niemanden einfallen, eine solche Untersuchung auszuführen. Das Gleiche gilt aber für Typhus- und Cholerabacillen.

Wenn man daher zu entscheiden hat, ob sich ein Wasser zur Versorgung einer Ortschaft eignet, so wird man deshalb auch nicht nach Typhus- und Cholerabacillen suchen. Es ist, wie gesagt, eine überflüssige Forderung,

wenn die Bakteriologen bei Beurteilung des Wassers in erster Linie die Forderung stellen, „dass im Wasser keine pathogenen Bakterien seien“.

Wenn somit auch nach den epidemiologischen Erfahrungen in Indien und in Europa Infektionen durch Trinkwasser nicht vorkommen, so verlangt man doch mit Recht reines Wasser, weil alle unsere Nahrungs- und Genussmittel rein und appetitlich sein sollen und weil reines Wasser, wenn es in allen Stockwerken der Häuser in grosser Menge zur Verfügung steht, ein mächtiges Mittel ist, um Reinlichkeit im allgemeinen zu befördern.

Bei der Beurteilung des Wassers muss das Resultat der chemischen und bakteriologischen Untersuchung in gleicher Weise berücksichtigt werden.

Bei der bakteriologischen Untersuchung und bei der Beurteilung der Resultate derselben, hat man besonders zu beachten:

1. die Zahl der im Wasser enthaltenen Bakterien,
2. die Arten der im Wasser vorhandenen Spaltpilze und
3. die Herkunft der gefundenen Bakterien (ob aus dem Boden, aus Exkrementen, Hausabwasser etc. stammend).

Ein Wasser ist um so reiner, eine je geringere Zahl von Bakterien und je weniger differente Arten von Spaltpilzen es enthält.

Soviel wir bis jetzt wissen, sind die im Wasser vorkommenden Mikro-Organismen nicht schädlich, vielleicht mit Ausnahme einiger Spaltalgen, von denen nachgewiesen ist, dass sie Fische tödten und vielleicht auch die Gesundheit des Menschen ungünstig beeinflussen.

Spaltpilze an und für sich haben hygienisch noch nicht die geringste Bedeutung, nachdem man weiss, dass der Mensch mit einem Löffel voll saurer Milch oder Butter und dergl. viele Millionen Bakterien verschluckt,

Da aber das Grundwasser selbst, wie Fränkel gezeigt hat, „bakterienfrei“ ist, so rührt ein erheblicher Gehalt des Wassers an Bakterien entweder von unreinen Zuflüssen, sei es von der Oberfläche oder aus Jauchegruben etc. her, oder derselbe ist durch die Ansiedelung von Mikro-Organismen an den Wandungen des Brunnens bedingt.

Reines Quellwasser, z. B. das Mangfall-Leitungswasser der Stadt München, enthält nur 10—30 Keime pro 1 ccm.

Sobald der Keimgehalt eines Wassers über 200 pro 1 ccm steigt, ist durch weitere Untersuchungen, insbesondere durch die chemische Analyse und die Okularinspektion, die Ursache der Verunreinigung festzustellen.

Bei der bakteriologischen Untersuchung ist ferner zu ermitteln, wie viele und eventuell welche Arten von Spaltpilzen vorhanden sind. Gehören die gefundenen Bakterien sämtlich einer oder einigen wenigen Arten an, und sind die letzteren auch in reinem Normalwasser der Gegend zu finden, so ist das Wasser als zum Genuss und Gebrauch geeignet zu bezeichnen.

Lässt sich aber im Gegenteil nachweisen, dass das Wasser Bakterienarten enthält, welche z. B. konstant in den menschlichen Exkrementen oder im Kanalwasser u. s. w. vorkommen, dann ist das Wasser als unappetitlich vom Genuss und Gebrauch auszuschliessen.

Leider sind die in verschiedenen Arten von Abwasser, Jauchegruben etc. vorkommenden Bakterienarten*) noch nicht genügend studiert, so dass die Quelle der Verunreinigung durch bakteriologische Untersuchung, wenigstens

---

*) Über die Bakterien der menschlichen Exkremente siehe Escherich: Die Darmbakterien etc. Stuttg. Ferd. Enke. 1886, und über die Bakterien des Kanalwassers: Dr. Mori, Zeitschrift für Hygiene. Bd. 3.

gegenwärtig, nicht so leicht zu finden ist, als durch die chemische Analyse (siehe S. 109).

Der Beurteilung von Quell- und Flusswasser wird man den Bakteriengehalt notorisch reiner Quellen der Gegend, resp. denjenigen im Oberlauf der Flüsse, bevor dieselben dichtbewohntes Gebiet berührt haben, zu Grunde legen.

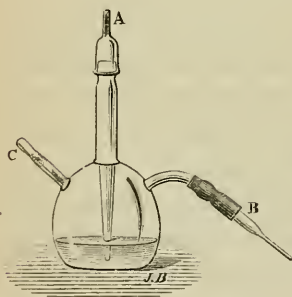
Bakteriologische Untersuchung der Luft.

Die ersten Untersuchungen über entwicklungsfähige Keime der Luft haben Thompson, Pasteur, später Maddox, Cuningham, sowie Cohn und Miflet ausgeführt. Diese Forscher begnügten sich mit dem Nachweis entwicklungsfähiger Keime, während späterhin Pasteur und besonders Miquel die Methoden so vervollkommneten, dass durch dieselben auch eine Zählung und Isolierung der Luftkeime möglich wurde.

Methode von Miquel

Methode von Miquel*): Miquel benützt zur Zählung der Luftkeime die Methode der „fraktionierten Einsaat" in Nährflüssigkeiten (Nährbouillon).

Fig. 49.



Der hiezu nötige Apparat (Fig. 49) besteht aus einem Glaskolben, auf dessen langen Hals oben eine in eine Röhre *A* auslaufende Kappe aufgesetzt wird. (Das Ende des Kolbenhalses und die innere Fläche des Kappenrandes sind geschliffen.) Der Hals verlängert sich nach unten spitz zulaufend, bis zum Boden des Gefässes, wo er mit einer

*) Jahresbericht des Observatoriums in Montsouris 1886 von Miquel, deutsch von E. Emmerich. München 1889. Rieger's Verlag. S. 3.

kapillaren Öffnung endet, durch welche die Luft bei der Aspiration eintritt. Das Gefäss besitzt ferner zwei seitliche Röhren. Die eine *C*, mit zwei Wattepfröpfen versehene, wird mit dem Aspirator durch einen Gummischlauch verbunden, die zweite, abwärts gebogene, *B* trägt einen kleinen Kautschukschlauch, in welchen eine zugeschmolzene, dünn ausgezogene Glasröhre eingefügt ist.

Man giesst in den Apparat 30—40 ccm destilliertes Wasser und versieht die Röhre *A* mit einem, die Röhre *C* mit zwei sterilisierten Wattepfröpfen. Der Apparat wird dann in einem Papinschen Topf zwei Stunden lang auf 110° C erhitzt.

Nach erfolgter Abkühlung verbindet man die Röhre *C* mit dem Aspirator, flambiert die Kappe *A*, hebt sie ab und bewahrt sie in einem sterilisierten Reagensglas unter Watteverschluss auf. Alsdann wird die zu untersuchende Luft langsam durch den Apparat geleitet. Nach vollendeter Aspiration wird die Kappe, nachdem sie flambiert wurde, wieder aufgesetzt. Nunmehr bläst man durch den Gummischlauch in die Röhre *C*, bis die Flüssigkeit bis an die Mündung des Kolbenhalses emporgestiegen ist und lässt dann die Wassersäule durch ihr eigenes Gewicht, oder durch leichtes Saugen zurücksinken. Wiederholt man dies 10—12 mal, so gelangen alle an der Wandung hängen gebliebenen Keime in die Flüssigkeit, während der Wattepfropf in *A* das Eindringen von Keimen aus der Luft verhindert. Nachdem man die Spitze *B* flambiert und mit geglühter Schere abgebrochen hat, verteilt man den Inhalt des Apparates in 30—40 sterilisierte Bouillonproben. Das Volumen der zu aspirierenden Luft ist derart zu bemessen, dass $^3/_4$—$^4/_5$ der so behandelten Bouillonproben in der Folge klar (frei von Keimen) bleiben.

Schliesslich bringt man in den Apparat 25 ccm Bouillon und schiebt mittelst geglühtem Platindraht den inneren Wattepfropf der Röhre *C*, durch welchen die Luft filtriert wurde, ehe sie den Apparat verliess, in die Bouillon.

Aus der Anzahl der getrübten Röhrchen ergiebt sich ohne weiteres die Anzahl der im ausgesäeten Wasser, resp. im durchgesaugten Luftvolumen enthaltenen Bakterien.

Trübten sich beispielsweise von 40 Proben 10 und wurden 5 Liter Luft durchgeleitet, so enthielt ein Liter Luft 2 Keime. Da nämlich in diesem Fall in die 30 klargebliebenen Röhrchen, obgleich sie mit der gleichen Menge des zum Waschen der Luft benützten Wassers beschickt wurden, kein Keim gelangt ist, so ist es ausserordentlich wahrscheinlich, oder so gut wie sicher, dass in jede der 10 getrübten Proben nur je ein Keim kam.

Der Versuch ist daher nur dann als gelungen zu betrachten, wenn die Zahl der getrübten Bouillonproben das erwähnte Verhältnis ($^3/_4$—$^4/_5$ oder 15—25 %) nicht übersteigt, denn es ist klar, dass, je grösser ihre Anzahl, desto grösser auch die Wahrscheinlickeit wird, dass bei der Einsaat mehrere Keime in jede Bouillonkonserve gelangt waren. Der innere Wattepfropf in *C*, durch welchen die durch das Wasser aspirierte Luft schliesslich hindurch geht, enthält nur sehr selten Bakterien. Es kommt dies nach Miquel bei 100 Analysen 25—30 mal vor. In diesem Falle tritt eine Trübung der 25 ccm Bouillon im Apparat ein und die Zählung ist dann ungenau.

Emmerich*) hat einen Apparat konstruiert, welcher den Wattefilter überflüssig macht und die zuletzt erwähnten Mängel der Miquelschen Methode beseitigt, da alle Keime sicher in der Flüssigkeit zurückgehalten werden, in welch' letzterer die Luft, zu kleinen Blasen verteilt, einen sehr langen Weg zurücklegen muss.

Durch die Einführung der festen Nährsubstrate in die bakteriologische Technik ist auch die Luftuntersuchung wesentlich vervollkommnet und vereinfacht worden.

*) Cf. R. Emmerich: Die Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftkeime. Archiv f. Hygiene, Bd I, S. 169, u. Hueppe: Die Methoden der Bakterienforschung 1889, S. 422.

Es giebt mehrere Methoden der Luftuntersuchung mit Anwendung fester Nährsubstrate.

Anwendung fester Nährsubstrate bei der Luftuntersuchung

Die einfachste Methode ist folgende: In das obere Drittel einer 0.5 cm weiten und 10—15 cm langen Glasröhre bringt man einen Pfropf aus Watte oder Glaswolle und verschliesst die beiden Öffnungen der Röhre ebenfalls mit Wattepfröpfen. Nun wird die Röhre bei 160° C sterilisiert. Nach dem Erkalten verbindet man das untere Ende der Röhre mit einem Aspirator, dann nimmt man den äusseren Wattepfropf des oberen Endes ab und saugt circa 100 bis 200 Liter Luft durch die Röhre. Bei nicht zu schneller Aspiration bleiben die Keime in dem im oberen Drittel der Röhre befindlichen Watte- oder Glaswollepfropf zurück. Nach Beendigung der Aspiration flambiert man sowohl das obere als das untere Ende der Röhre, entfernt aus letzterem den Wattepfropf und schiebt mittelst geglühtem Platindraht den Watte- oder Glaswollepfropf, welcher die Keime der durchgesaugten Luft enthält, in ein Gelatineröhrchen. Die Gelatine wird verflüssigt, gut gemischt und auf eine Glasplatte ausgegossen. Der Wattepfropf wird mit zwei sterilisierten Pincetten zerzupft und die Fasern gleichmässig in der Gelatine verteilt. Man kann dann später die Kolonien bei 80 facher Vergrösserung untersuchen, isoliert abimpfen etc. Wenn es sich nicht um genaue Zählung, sondern um Untersuchung der Luft auf pathogene Keime handelt, dann leistet diese einfache Methode die besten Dienste.

Methode von Petri

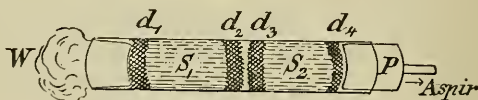
Kommt es jedoch auf genaue Ermittelung der Zahl der Luftkeime an, dann verfährt man nach der Methode von Petri*), durch welche man wesentlich grössere Zahlen erhält, als mit den anderen Methoden.

Petris Verfahren besteht darin, dass die zu untersuchende Luft durch eine Wasserstrahl- oder Handluftpumpe durch ein Sandfilter gesaugt wird.

*) Zeitschrift für Hygiene 1887, Bd. III, S. 1.

Feiner Sand von 0.25 bis 0.5 mm Korngrösse wird zunächst ausgeglüht. Dann bringt man in die Mitte einer 8—10 cm langen Glasröhre von der Dicke eines Reagensglases zwei napfförmige Drahtnetze $d_2 d_3$ (Fig. 50), deren Maschenweite kleiner als der Durchmesser der Sandkörner ist. Der entsprechend der Röhrchenwandung

Fig. 50.



abgebogene Rand muss fest an der letzteren anliegen. Auf jedes dieser Drahtnäpfchen wird eine 3 cm lange Sandschichte gebracht, so dass zwei Sandfilter S_1 u. S_2 entstehen, die in der Mitte des Glasrohres mit einander in Berührung treten (Fig. 50). Das zweite Filter dient nur als Kontrolle für die Sufficienz des ersten und muss keimfrei bleiben, während im ersten alle Keime aus der durchgesaugten Luft zurückgehalten werden sollen. Nach Einbringung der Filter werden die beiden Öffnungen des Glasrohrs möglichst fest mit Wattepfropfen geschlossen und die Vorrichtung bei 160 ° C sterilisiert. Beim Versuche werden die Watteverschlüsse entfernt und das eine Ende des Röhrchens durch einen von einem Bleirohr durchbohrten Kautschukpfropf P mit der Luftpumpe verbunden. Der Pfropf mit Bleirohr lag vorher in 1 ‰ Sublimatlösung und wurde dann mit sterilisiertem Filtrierpapier getrocknet. Das Ansaugen soll nicht schneller vorgenommen werden, als die Entnahme von 10 Liter Luft in einer bis zwei Minuten erfordert. Die Geschwindigkeit des Luftstroms im Sandfilter soll 0.7 m in der Sekunde nicht übersteigen. Man leitet 100—200 Liter Luft durch, säet alsdann den keimbeladenen Sand, nachdem man die Mündungen des Röhrchens flambiert hat, in flache, ungefähr 9 cm weite Doppelschälchen aus und übergiesst denselben mit

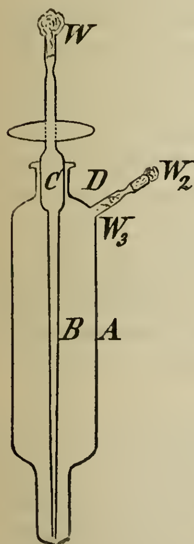
verflüssigter Nährgelatine, wobei durch seitliches Schütteln für möglichst gleichmässige Verteilung des Sandes in der Gelatine gesorgt werden muss. Es entwickeln sich nun in der Gelatine isolierte Kolonien, welche gezählt und weiter untersucht werden können etc.

Absolut genaue Zahlen giebt auch diese Methode selbstverständlich nicht, da sich ja zahlreiche Keime auf Gelatine überhaupt nicht entwickeln.

Methode von Strauss.

Sehr leicht und rasch ausführbar ist die einfache Methode von Strauss. Der Apparat von Strauss (Fig. 51) besteht aus einem cylindrischen Glasgefäss *A*, dessen verengter Teil mit der, während des Versuchs flüssig zu erhaltenden und mit einem Tropfen Öl versetzten Nährgelatine vollständig gefüllt ist. In den Hals *C* ist eine mit einer feinen Öffnung endigende Röhre *B* eingeschliffen, durch welche die aspirierte Luft in die Gelatine gelangt. Die obere Öffnung dieser Röhre ist mit einem Wattepfropf *W* verschlossen, der beim Anfange des Versuchs abgenommen wird. Die Röhre *D*, welche einen inneren W_3 und einen äusseren W_2 Wattepfropf trägt, wird mittelst Gummischlauch mit dem Aspirator verbunden. Nachdem circa 100—200 Liter Luft aspiriert wurden, wird ein im sterilisierten Reagensglas unter Watteverschluss bereitgehaltener sterilisierter Wattepfropf wieder in die Öffnung der Röhre *B* gebracht. Alsdann bläst man in die Röhre *D*, damit die Gelatine in der Röhre *B* emporsteigt und beim Zurückgehen die an der Wandung haftenden Keime mitnimmt. Darnach wird der äussere Wattebausch aus der Röhre *D* genommen, der innere, welcher noch einige Keime enthalten könnte, mittelst geglühten Draht

Fig. 51.



in die Gelatine gestossen und ersterer wieder aufgesetzt. Schliesslich werden die Keime durch Schütteln in der Gelatine gleichmässig verteilt und die letztere auf eine Glasplatte ausgegossen oder im Apparat selber nach der Methode von Esmarch zum Erstarren gebracht.

Es ist selbstverständlich, dass der mit den Wattepfröpfen armierte Apparat von Strauss zuerst trocken bei 160° C und nach dem Einfüllen der Gelatine noch 3/4 Stunden im strömenden Dampf sterilisiert werden muss.

Methode von Hesse

Schliesslich ist noch die Methode der Luftuntersuchung von Hesse zu erwähnen, die sich weniger zum Nachweis pathogener Bakterien oder zur genauen Zählung der Luftkeime, als vielmehr zu belehrenden Versuchen in Vorlesungen etc. eignet.

Ein 70 cm langes, 3.5 cm weites Glasrohr wird an dem einen Ende durch eine fest schliessende Gummikappe, welche eine zentrale kreisrunde Öffnung von 1/2 cm Durchmesser hat, verschlossen; über die erste wird eine zweite, nicht durchlochte Gummikappe gezogen, welche ausserdem an das Glasrohr festgebunden wird. Das andere Ende des Glasrohrs wird mit einem Gummipfropf verschlossen, in dessen Durchbohrung ein 10 cm langes Glasrohr sitzt, welches mit zwei Wattepfropfen armirt wird.

Man füllt 70 ccm sterilisierte Nährgelatine in das vorher schon im strömenden Dampf sterilisierte Rohr und lässt den letzteren nochmals eine Stunde einwirken. Nachdem sich die Röhre etwas abgekühlt hat, hält man dieselbe horizontal in den Strahl der Wasserleitung und rotiert sie schnell um ihre Achse. Sobald die Gelatine zähflüssig wird, hört man mit dem Drehen auf und lässt das Rohr horizontal liegen.

Die ganze Innenfläche des Rohres ist nun mit einer dünnen Schichte Gelatine ausgekleidet, während der Boden mit einer dickeren Schichte bedeckt ist. Bei Beginn des Versuches nimmt man die äussere undurchbohrte Kappe ab, verbindet den Aspirator mit dem Glasrohr und saugt langsam Luft durch die Röhre. Nach Beendigung der Aspiration setzt man die äussere Kappe, die inzwischen in Sublimatlösung aufbewahrt wurde, wieder auf.

Die Bakterienkeime und Pilzsporen fallen grösstenteils auf die Bodenschichte und nach einigen Tagen sind die vorderen 2/3 derselben mit zahlreichen Kolonien bedeckt, und zwar finden sich im vorderen Teil des Rohres hauptsächlich Bakterienkolonien, weiter innen aber Pilzrasen. Dies rührt wohl daher, dass die Bakterienkeime meist an Staubpartikel angeklebt sind, die leichter

niederfallen, als die isoliert in der Luft schwebenden Schimmelpilzsporen. Bakterien, welche auf der Oberfläche der Gelatine nicht wachsen, wie z. B. Erysipelkokken, entgehen bei dieser Methode der Beobachtung.

Beurteilung der Resultate von Luftuntersuchungen

Man muss stets beachten, dass man durch die geschilderten Methoden der Luftuntersuchungen die thatsächliche Keimzahl in der Luft nicht zu ermitteln vermag. Man wird immer zu niedrige Zahlen erhalten, weil sich in dem zum Versuch verwendeten Nährmedium nicht alle Keime entwickeln. Wenn man z. B. nach dem Verfahren von Miquel arbeitend bei Verwendung von Bouillon 100 Keime zählt, ergiebt die Aussaat des mit Luftkeimen infizierten Wassers auf Gelatineplatten nur 50 Keime.

Die Beobachtungsdauer muss weit länger bemessen werden, als dies gewöhnlich geschieht.

Bei Anwendung von Bouillon und einer Temperatur von 30° C erhielt Miquel folgende Zahlen:

Vom 1. bis 5. Tag entwickeln sich 66 % der Luftkeime,
„ 6. „ 10. „ „ „ 21 „ „ „
„ 11. „ 15. „ „ „ 6 „ „ „
„ 16. „ 40. „ „ „ 7 „ „ „

Für Nährgelatine bei 18—20° C ist die Entwicklung noch langsamer:

Vom 1. bis 15. Tag entwickeln sich 72 % der Luftkeime,
„ 16. „ 30. „ „ „ 28 „ „ „

Trotz dieser Mängel der üblichen Methoden ist man im stande, auf Grund der erzielten Resultate die Salubrität der Luft in geschlossenen Räumen zu beurteilen, und durch fortgesetzte Untersuchungen der freien atmosphärischen Luft wurden bereits wichtige Thatsachen ermittelt, so z. B., dass die meteorologischen Bedingungen, welche die Aussaat und Verbreitung der Luftkeime begünstigen, Trockenheit und Luftströmungen (Winde) sind, d. h. dass die Luft bei langdauerndem Regen sehr wenig, bei längerer Trockenheit sehr viel Keime enthält.

Bakteriologische Untersuchung des Bodens.

Entnahme von Bodenproben

Zur Entnahme der Bodenproben aus oberflächlichen Schichten benützt man einen sterilisierten Spatel oder Löffel, mit welchem man den Boden in sterilisierte, mit Watte verschlossene Gläser füllt.

Fig. 52.



Zum Ausheben von Bodenproben aus tieferen Schichten bedient man sich des in Fig. 52 abgebildeten Erdbohrers, welchen Dr. Muencke in Berlin nach C. Fränkels Angaben konstruierte.

Oberhalb des Bohrgewindes befindet sich in der $3^1/_2$ cm dicken Bohrstange ein 12 cm langer und 2 cm tiefer löffelförmiger Ausschnitt zur Aufnahme für die Erde, welcher durch eine Hülse, an der eine nach aussen gebogene Leiste sich befindet, verschliessbar ist. Führt man den Bohrer mit verschlossenem Ausschnitt in den Boden ein, so bleibt die Hülse solange über dem Ausschnitt liegen, als der Bohrer nur von links nach rechts gedreht wird. Ist der Bohrer in die Tiefe gelangt, in welcher man die Probe entnehmen will, dann dreht man von rechts nach links, infolge dessen die Leiste der Hülse Widerstand am Boden findet und der Löffel sich öffnet. Einige weitere Drehungen von rechts nach links reichen hin, um den Ausschnitt völlig mit Boden zu füllen. Wird jetzt in der ursprünglichen Richtung von links nach rechts gedreht, dann verschliesst die Hülse den Ausschnitt wieder und der Inhalt kann gesichert vor Vermischung mit der Erde der höheren Schichten herausgefördert werden. Man schiebt alsdann die Hülse zurück und entnimmt mit sterilisiertem Löffel die Probe, reinigt den Ausschnitt mit sterilisiertem Filtrierpapier, worauf man die Bohrung weiter fortsetzen kann.

Methoden der Boden-untersuchung

Um die im Boden vorhandenen Keime in isolierten Kolonien zur Entwicklung zu bringen, streut man nach Koch den lufttrockenen Boden mittelst eines sterilisierten Messers so auf Nährgelatine, die kurz vorher auf sterilisierte Glasplatten ausgegossen wurde, dass die einzelnen Bodenpartikel (Sandkörner etc.) möglichst isoliert gelagert sind. Da aber der Boden meist sehr viele Keime enthält, so entwickeln sich von einem Körnchen aus oft sehr viele und differente Kolonien, die dann ineinander wachsen, so dass die Herstellung von Reinkulturen, sowie namentlich die Zählung der Keime sehr erschwert ist.

Man verfährt deshalb nach Beumer u. a. besser so, dass man den zu untersuchenden Boden mit sterilisiertem Spatel in sterilisierte Glasgefässe, welche bis zum Rande 1 ccm fassen, eindrückt, bis sie platt zum Rande gefüllt sind. Es wird also nicht ein bestimmtes Gewicht, sondern ein gemessenes Volumen Boden (1 ccm) zur Untersuchung verwendet, was deshalb zweckmässig ist, weil man eine bessere Vorstellung hat von einem bestimmten Volumen Boden, als vom Gewicht.

Dieses mit 1 ccm Boden gefüllte Glasgefäss wird nun in 100 bis 1000 ccm sterilisiertes Wasser gebracht und nach öfterem Umschütteln entnimmt man mit sterilisierter Pipette aus der Mitte der Aufschwemmung bestimmte Mengen Flüssigkeit, welche mit Gelatine oder Agar-Agar vermischt, auf Platten ausgegossen werden.

Um sicher zu sein, dass alle Keime aus dem Boden in die Flüssigkeit gelangt sind, benützt Emmerich ein sterilisierbares Gefäss, welches durch ein sehr feines Drahtnetz in zwei Hälften geteilt ist. Durch die obere Öffnung wird ein abgemessenes Volumen Boden (2—5 ccm) auf das Drahtnetz gebracht, circa 50 ccm sterilisiertes Wasser zugegeben und die Öffnung verschlossen. Nach längerem Schütteln öffnet man die obere und untere Öffnung des Apparates, worauf die Flüssigkeit rasch in einen sterilisierten Glaskolben abfliesst. Wiederholt man

diese Manipulation (Zugeben von Wasser, Schütteln und Abfliessenlassen) etwa 20 mal, dann sind alle Keime aus dem Boden ausgewaschen und die Flüssigkeit enthält nur schwimmende Partikelchen, keine gröberen Bodenkörner. Man sät nun abgemessene Mengen der Suspension auf Nährgelatine oder Agar-Agar aus und misst schliesslich die Gesamtmenge der Flüssigkeit.

Die Zahl der Keime wird auf 1 ccm Boden berechnet.

Nachweis pathogener Bakterien im Boden

Handelt es sich um den Nachweis pathogener Bakterien im Boden, dann wird man neben der obigen Methode auch direkte Infektionsversuche ausführen, indem man 1—2 g des zu untersuchenden Bodens in eine oder mehrere Hauttaschen eines Tieres bringt und mit dem Blute und Gewebssaft des verendeten Tieres andere infiziert. Meistens wird man schon aus dem Blut und dem Organgewebe des ersten oder zweiten Tieres durch Aussaat der letzteren auf Gelatine oder Agar-Agar-Platten, Reinkulturen der betreffenden pathogenen Bakterienart erzielen.

Die bakteriologische Untersuchung des Bodens wird voraussichtlich für die Erforschung der Aetiologie von ektogenen Infektionskrankheiten grosse Bedeutung gewinnen.

Litteratur:

Flügge: Die Mikro-Organismen. Leipzig 1886.

Fraenkel: Grundriss der Bakterienkunde. II. Auflage. Berlin 1887.

Hueppe: Die Methoden der Bakterienforschung. IV. Auflage. Wiesbaden 1889.

Tiemann-Gärtner: Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers. Braunschweig 1889.

VI.

Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel.

Erfahrungsgemäss werden die Nahrungs- und Genussmittel

teils gefälscht, d. h. durch Zusatz wertloser oder minderwertiger Stoffe, oder durch Entnahme wertvoller Stoffe verschlechtert oder ganz durch wertlose Stoffe ersetzt,

teils gelangen sie in verdorbenem oder gesundheitsschädlichem Zustande in Handel.

In Deutschland ist der Verkehr mit Nahrungs- und Genussmitteln durch das Gesetz vom 14. Mai 1879 und dessen Nachträge und Ausführungsbestimmungen geregelt. In Bayern bestehen durch allerhöchste k. Verordnung vom 27. Januar 1884 zur Untersuchung der einschlägigen Gegenstände eigene Untersuchungsanstalten, so zu

München für Ober- und Niederbayern und Schwaben und Neuburg,

Erlangen für Oberpfalz, Mittel- und Oberfranken,

Würzburg für Unterfranken,

Speyer für die Rheinpfalz und ausserdem in Nürnberg und Fürth für die Stadtbezirke.

Allgemeine Bestandteile der Nahrungsmittel.

Allgemeine Bestandteile

Die Bestandteile der Nahrungsmittel zerfallen im allgemeinen in organische und anorganische. (Salze oder Asche, und Wasser). Die ersteren werden wieder geteilt in stickstoffhaltige und stickstofffreie Substanzen.

I. Wasser.

Wassergehalt

Zur Bestimmung des Wassers werden feste Substanzen zerkleinert und gemischt; von der Mischung wird eine Durchnittsprobe zur Untersuchung genommen. Man wägt eine reine Porzellan- oder Platinschale genau ab und giebt 5 oder 10 g der Substanz rasch hinein, trocknet im Luftbad bei 100 ° C und lässt im Exsikator erkalten. Das Trocknen und Wägen wird dann wiederholt, bis nach einstündigem Trocknen nur mehr eine Gewichtsabnahme von 1—2 mg erfolgt (Gewichtskonstanz).

Die Gewichtsabnahme nach dem völligen Trocknen ist gleich dem Wasser, das in der abgewogenen Menge Substanz enthalten war und wird auf Prozente der Substanz berechnet.

Flüssige Substanzen werden auf 15° C Temperatur gebracht, hievon wird dann wie bei Wasser eine abgemessene Menge auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft und der Rückstand dann wie oben getrocknet und auf Prozente berechnet.

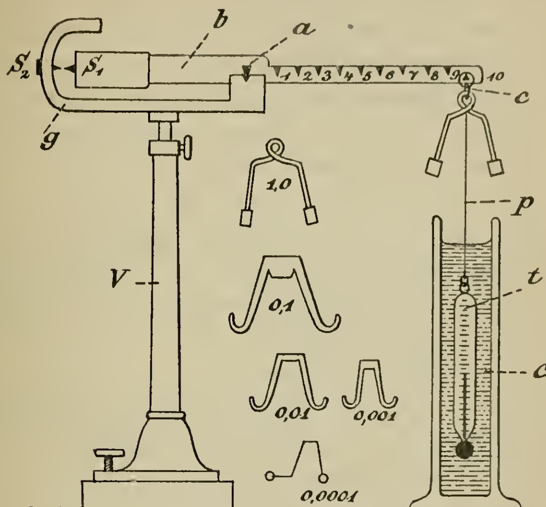
Häufig ermittelt man den Gehalt der Lösungen an Trockensubstanz und Lösungsmittel durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Lösung und Ablesen des Trockensubstanzgehalts aus einer empirisch ermittelten Tabelle.

Piknometer, Aräometer

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes einer Lösung kann man sich der Piknometer (siehe Artikel „Bier“ unter Alkoholbestimmung), Senkwagen (Aräometer), oder am einfachsten der Westphalschen Wage bedienen (Fig. 53).

Dieselbe ist eine ungleicharmige Wage und besteht aus einer genau lotrecht stellbaren Säule *V*, welche ein Axenlager *g* trägt. Auf demselben spielt mittelst der Stahlaxe *a* der ungleicharmige Balken *b*. Westphalsche Wage

Fig. 53.



Der eine Arm desselben ist durch Einkerbungen in 10 gleiche Teile geteilt und trägt an seinem Ende ein Prisma *c*, an das mittelst eines Platinhäkchens und eines Platindrahtes *p* ein Schwimmkörper mit Thermometer *t* aufgehängt ist.

Diesem Arm mit Schwimmkörper hält in Luft der andere, massive, kurze Arm, dessen Ende mit einer Spitze S_1 versehen ist, das Gleichgewicht. Im Ruhestand und bei genauer Horizontalstellung der Wage spielt diese Spitze S_1 gegen eine zweite S_2, die an einem Bügel des Axenlagers *g* befestigt ist, ein.

Als Gewichte dienen Reitergewichte, welche mit ihren Schneiden in die Kerbungen des geteilten Balkens einzulegen, resp. aneinanderzuhängen sind.

Bringt man den Senkkörper *t* in einen Cylinder mit Wasser von 15° C Temperatur, so wird der geteilte Arm infolge des Auftriebes der Flüssigkeit leichter und der Balken *b* geht daher in eine schiefe Stellung über, wobei S_1 unter S_2 sinkt.

Um wieder Gleichgewicht herzustellen, muss man das grösste der beigegebenen Reitergewichte = 1, am Punkt 10 des geteilten Balkens aufhängen, das spezifische Gewicht des Wassers bei 15° C ist somit 1.000.

Hat man nun nicht Wasser, sondern eine leichtere oder schwerere Flüssigkeit, so ist der Auftrieb kleiner oder grösser, das Gewicht 1 daher zu viel oder zu wenig.

Man legt nun die kleineren Gewichte auf, deren jedes = $^1/_{10}$ des nächst grössten ist, und zwar beginnt man bei leichteren Flüssigkeiten mit dem Gewicht 1 bei 0.9 u. s. w., bei schwereren mit 1.1, wozu ein zweites gleiches Gewicht beigegeben ist.

Man fährt so fort, bis beide Spitzen genau gegeneinander einstehen und beachtet, dass alle Schneiden der Reitergewichte genau in den Kerbungen sitzen.

Z. B.: spezifisches Gewicht eines Bieres bei 15° C:

die Einheit am Punkte 10	1.0000
die Einheit auf der Teilung gar nicht ($^1/_{10}$)	0.0000
der Reiter $^1/_{100}$ auf Punkt 2	0.0200
„ „ $^1/_{1000}$ „ „ 5	0.0050
„ „ $^1/_{10000}$ „ „ 4	0.0004
zusammen	1.0254,

d. h. das spezifische Gewicht des Bieres bei 15° C ist 1.0254.

II. Mineralstoffe (Asche).

Mineralstoffe

Die Trockensubstanz oder eine gleichzeitig damit abgewogene Substanzmenge wird in gewogener Schale oder in einem gewogenen Tiegel über einem Drahtdreieck direkt durch einen Bunsenbrenner erhitzt, wobei man die Flamme anfangs sehr klein macht und allmählich steigert. Die

organische Substanz verbrennt erst mit Flammenentwicklung und giebt dann Kohle, welche durch fortgesetztes Glühen weiss gebrannt werden muss. Es ist vorteilhaft, die Flamme von Zeit zu Zeit zu entfernen und die Kohle erkalten zu lassen, da dann infolge von Sauerstoffaufnahme bei erneutem Erhitzen das Weissbrennen befördert wird.

Sowie die Asche weiss ist, lässt man im Exsikator erkalten und wägt. Die Gewichtszunahme der leeren Schale ist gleich der Menge der Mineralstoffe in der angewandten Substanz.

III. Stickstoffhaltige Substanzen.

Stickstoffhaltige Substanzen

Zur Bestimmung des Stickstoffs dient das einfache Verfahren von Kjehldal. Hienach werden die organischen Substanzen durch wasserfreie Schwefelsäure zersetzt, die Stickstoffsubstanzen liefern hiebei Ammoniak, das von der Schwefelsäure zu Ammonsulfat gebunden wird. Aus diesem Salz wird durch Erhitzen mit Natronlauge das Ammoniak abgespalten, in titrierter Schwefelsäure aufgefangen und die letztere zurücktitriert.

Man braucht

1. konzentrierte wasserfreie Schwefelsäure, der man 10 % Phosphorsäureanhydrid zusetzt,
2. Platinchlorid-Lösung zur Unterstützung der Schwefelsäurewirkung,
3. Natronlauge (1 Teil Natriumhydrat in 2 Teilen Wasser) zum Neutralisieren und Zersetzen des Ammonsulfats.

Ausführung der Methode:

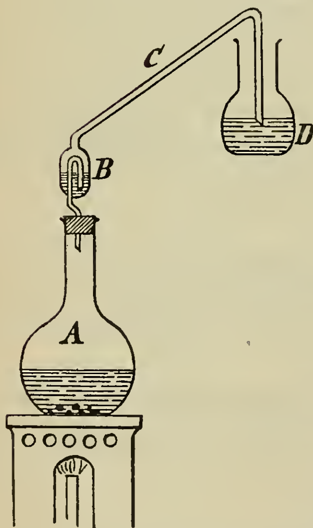
1. Zersetzung der organischen Substanz: 0.5—1 g (von Flüssigkeiten, wie Milch, Bier 20 ccm, die im Kolben möglichst weit eingedampft werden) werden in einem zur Zersetzung dienenden Hartglaskölbchen von 150 ccm Inhalt genau abgewogen, mit 20 ccm der Säuremischung übergossen

und nach Zusatz von 3 Tropfen Platinchlorid über einem Drahtnetz in einem gut ziehenden Abzug mit kleiner Flamme erhitzt. Stark kohlenden Substanzen ist ein erbsengrosses Stückchen Paraffin zuzusetzen.

Man erhitzt bis die Flüssigkeit weingelb oder farblos geworden ist, lässt erkalten und spült dann die Lösung in einem 500 ccm Kolben.

2. Bestimmung des Ammoniaks. Zu der stark sauren Ammonsulfatlösung setzt man 100 ccm starke Natronlauge und einige Stückchen Zink, setzt einen Gummipfropf mit einem 0.6 cm weiten, doppelt gebogenen, aufsteigenden Glasrohr *C* auf den Kolben und bringt denselben auf ein Drahtnetz. Um das Überspritzen von Natronlauge sicher zu vermeiden, schaltet man eine Kugel *B* ein, wie Fig. 54 zeigt. Diese Kugel dient als Waschvorrichtung und wird mit destilliertem Wasser beschickt, so dass die umgebogene Röhre gerade eintaucht. Das andere Ende der Röhre *C* taucht eben in ein Kölbchen *D*, das 10 ccm Normalschwefelsäure und 30 ccm Wasser enthält. Man destilliert nun das Ammoniak ab, ohne zu kühlen, da ein Ammoniakverlust nicht eintritt, spült nach einer halben Stunde das in die Vorlage *D* tauchende Rohrende gut ab und prüft die Reaktion der übergehenden Dämpfe. Besitzen dieselben keine merklich alkalische Reaktion, so ist die Austreibung des Ammoniaks beendigt.

Fig. 54.



Man titriert die Schwefelsäure nach dem Erkalten mit $^1/_4$ Natronlauge oder $^1/_4$ Normalammoniak und Lakmus als Indikator zurück. Die gefundene Stickstoffmenge wird mit 6.25 multipliziert, um Stickstoffsubstanzen (Eiweissstoffe) zu erhalten, da letztere im Mittel 16 % Stickstoff enthalten; z. B.:

Es wurden verwendet 0.5 g Fleischmehl und 10 ccm Normalschwefelsäure = 25 ccm $^1/_4$-Normalammoniak = 0.14 g Stickstoff. Zum Zurücktitrieren wurden statt 25 ccm nur 20 ccm $^1/_4$-Normalammoniak gebraucht.

Es wurde somit durch Ammoniak aus der Destillation eine Schwefelsäuremenge gesättigt, welche 5 ccm $^1/_4$-Ammoniak entsprach. Da nun 25 ccm $^1/_4$-Ammoniak = 0.14 g Stickstoff, so hat man den Ansatz 25 : 0.14 = 5 : x, woraus

$$x = \frac{5 \times 0.14}{25} = 0.028 \text{ g Stickstoff.}$$

Es enthalten also 0.5 g Fleischmehl 0.028 g Stickstoff,
somit . . . . . . 100 g „ 5.6 g „
oder 5.6 × 6.25 = 35.0 % Stickstoffsubstanzen (Eiweissstoffe).

IV. Stickstofffreie Substanzen (Fette und Kohlehydrate).

1. Fett. 10 g der Durchschnittsprobe werden bei 100° C getrocknet und ohne Verlust in eine Filtrierpapierpatrone gebracht, welche eben in den zur Fettextraktion dienenden Soxhletschen Apparat (Fig. 55) passt. Fett

Der Soxhletsche Extraktionsapparat besteht aus einer etwa 3 cm weiten und 15 cm hohen Glasröhre *E*, welche zur Aufnahme der zu entfettenden Substanz dient.

An den Boden von *E* ist ein engeres, 12 mm weites Rohr *a* angeblasen, das neben *E* aufsteigend, in dessen oberen Raum führt. Ferner führt ein Heberrohr *g*, das den Boden von *E* durchbricht, zurück nach *a*.

Man setzt an diesen Apparat mittelst guter Korke unten an *a* ein

Fig. 55.

Kölbchen *K* für den Äther an, das man auf ein Wasserbad *w* stellt, oben an *E* einen Kühler. Am zweckmässigsten sind hiezu die von Soxhlet konstruierten Kugelkühler aus vernickeltem Messingblech.

Dieselben bestehen aus einer Hohlkugel *h*, welche durch das Rohr *o* in Verbindung mit *E* steht.

Innerhalb dieser Kugel befindet sich eine zweite *M*, so dass zwischen beiden Kugeln ein nur geringer Zwischenraum *n* bleibt. Die innere Kugel wird durch ein Rohr w_1 mit Wasser gespeist, das durch w_2 wieder abfliesst. Der Tubus *t* dient zum Nachfüllen von Äther.

Das Spiel des Apparates ist nun folgendes:

Der Ätherdampf steigt aus dem Kölbchen *K* durch das Rohr *a* und Rohr *o* auf, gelangt in den Kühlraum *n*, wird dort kondensiert und tropft durch *o* nach *E*. Ist nun *E* soweit mit Äther gefüllt, dass derselbe die Höhe des Heberrohres *g* erreicht, so fliesst die ganze Äthermenge auf einmal durch das Heberrohr *g* wieder in das Kölbchen *K* zurück, verdampft und beginnt das Spiel von neuem, während die extrahierten Substanzen im Kölbchen zurückbleiben.

Sendtner hat den Apparat etwas umgestaltet; er ist in dieser Form etwas weniger zerbrechlich und auch für Alkohol zu brauchen.*)

Man legt an die Öffnung des Heberrohres *g* ein feines Drahtnetz *i*, bringt darauf etwas entfettete Watte, darüber die Patrone mit der zu extrahierenden Substanz und darauf wieder etwas entfettete Watte.

---

*) Extraktionsapparat nach Soxhlet ℳ 3.50.
„ „ Sendtner ℳ 2.50.
Kugelkühler ℳ 6.— Komplett wie Zeichnung ℳ 40.—

An *a* setzt man dann ein trocken genau gewogenes Kölbchen mit entsprechend viel wasserfreiem Äther an und setzt den Apparat durch Erhitzen des Wasserbades in Gang.

Man extrahiert eine Stunde, nimmt dann das Kölbchen ab, ersetzt es durch ein zweites, trocken gewogenes und mit Äther gefülltes Kölbchen und extrahiert nochmals eine halbe Stunde lang.

Den Äther in dem Kölbchen verdampft man auf dem Wasserbad und trocknet den Rückstand bei 100 ° C. Gab das zweite Kölbchen noch mehr als 5 mg Zunahme, so hat man ein drittes Mal wieder eine halbe Stunde lang zu extrahieren.

Die Gewichtszunahme sämmtlicher Kölbchen ist gleich dem Fett in 10 g der trockenen Substanz.

2. Dextrose = Traubenzucker. $C_6H_{12}O_6$.

Traubenzucker und alle anderen Zuckerarten werden am Zweckmässigsten bestimmt durch ihr Verhalten zu alkalischer Kupfertartaratlösung (Fehlingsche Lösung), woraus sie beim Kochen Kupferoxydul reduzieren. Die Reduktionswirkung ist, wie Soxhlet*) gefunden hat, abhängig von der Zuckerart, der Konzentration der Lösungen und der Zeitdauer der Einwirkung. Dextrose

Für genaue Bestimmungen hat man sich an die von Soxhlet ausgearbeiteten Vorschriften zu halten. Dieselben sind teils mass- teils gewichtsanalytische, die sich nebst den nötigen Tabellen zusammengestellt finden in dem Werkchen von Dr. E. Wein, Tabellen zur quantitativen Bestimmung der Zuckerarten (Stuttgart 1888).

Die alkalische Kupfertartaratlösung, auch Fehlingsche Lösung genannt, bereitet man nach der folgenden Vorschrift:

---

*) Journal für praktische Chemie. Band XXI. S. 227.

a) Man löst 34.639 g krystallisiertes, reinstes Kupfersulfat mit destilliertem Wasser zu 500 ccm;

b) 173 g Natriumkaliumtartarat (Seignettesalz) und 50 g Natriumhydrat mit Wasser zu 500 ccm.

Beide Lösungen sind im Dunkeln getrennt aufzubewahren.

Zur Ausführung einer Zuckerbestimmung stellt man sich eine etwa 1 prozentige Zuckerlösung her, und füllt dieselbe in eine Bürette.

In einer Porzellanschale von etwa 150 ccm Inhalt mischt man dann genau

5 ccm Kupfersulfatlösung (a),
5 „ alkalische Seignettesalzlösung (b) und
40 „ destillirtes Wasser,

wodurch man eine tiefblaue Flüssigkeit erhält.

Dieselbe wird zum Kochen erhitzt, worauf man unter stetem Kochen aus der Bürette die Zuckerlösung tropfenweise einfliessen lässt.

Die Dextrose reduziert aus der kochenden Fehlingschen Lösung das Kupferoxyd zu Kupferoxydul, welches als roter Niederschlag sich abscheidet, während die blaue Flüssigkeit sich entfärbt und in dem Augenblick, in welchem alles Kupferoxyd reduziert ist, farblos ist.

In farblosen Flüssigkeiten ist dieser Punkt genau zu erkennen und man hört mit dem weiteren Zusatz von Zuckerlösung auf und notiert die verbrauchte Menge, welche also 10 ccm Fehlingsche Lösung reduzierte. Hat man zu viel Zuckerlösung zugesetzt, so ist die Flüssigkeit in der Schale gelb gefärbt.

Im allgemeinen kann man annehmen, dass 10 ccm Fehlingsche Lösung durch 0.05 g Dextrose reduziert werden, es enthielten also die verbrauchten ccm Zuckerlösung 0.05 g Dextrose.

Genauere Werte erhält man, wenn man einen zweiten Versuch anstellt, wobei man in die kochende Fehlingsche Lösung die im ersten Versuch ermittelte Menge Zuckerlösung bis auf 1 ccm zufliessen lässt, dann genau 2 Minuten kocht, die Farbe der Flüssigkeit nach dem Absitzen des Kupferoxyduls beachtet und dann durch weiteren tropfenweisen Zusatz die Reduktion vollendet.

Zur genauen Ermittlung des Endpunktes, besonders bei gefärbten Flüssigkeiten, filtriert man etwas von der heissen Flüssigkeit durch ein Doppelfilter in ein Reagensglas ab, säuert das klare Filtrat mit Essigsäure an und versetzt mit Kaliumferrocyanid-Lösung, wenn ein brauner Niederschlag entsteht, so ist noch unzersetztes Kupferoxyd in der Flüssigkeit enthalten.

3. Sacharose = Rohrzucker. $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Rohrzucker

50 ccm einer etwa 1 prozentigen Zuckerlösung werden mit 5 Tropfen Salzsäure (1 : 2) eine halbe Stunde lang auf einem Wasserbad auf 70° C erwärmt. Hiedurch wird der Rohrzucker invertiert, der gebildete Invertzucker wird dann wie Dextrose bestimmt und berechnet.

100 g Dextrose = 95 g Rohrzucker.

4. Stärkmehl und Dextrin. $C_5H_{10}O_5$.

Stärkmehl, Dextrin

Eine Substanzmenge, welche etwa 3 g Stärkmehl enthält, wird in einem Kolben mit 20 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1.125 und 180 ccm Wasser übergossen und drei Stunden lang in ein lebhaft kochendes Wasserbad eingehängt, wodurch alles Stärkmehl und Dextrin zu Traubenzucker invertiert wird.

Man filtriert heiss, wäscht aus, neutralisiert das Filtrat annähernd mit Natronlauge, verdünnt auf 500 ccm und lässt 12 Stunden verschlossen stehen.

In der klaren oder zu filtrierenden Flüssigkeit titriert man dann den Zuckergehalt wie bei Dextrose.

100 g Dextrose = 90 g Dextrin,
= 93.7 g Stärkmehl.

5. Rohfaser. Cellulose = $C_5H_{10}O_5$.

Rohfaser

5 g Substanz werden eine halbe Stunde lang mit

200 ccm Schwefelsäure von 1.25 %, dann mit Wasser, dann wieder mit 200 ccm Natronlauge von 1.25 % und nochmals mit Wasser ausgekocht, auf ein bei 100° C getrocknetes und gewogenes Filter gebracht, ausgewaschen und bei 100° C getrocknet. Vom Gewicht ist die noch vorhandene Asche abzuziehen.

Milch und Milchprodukte.

Es handelt sich hier nur um Untersuchung von Kuhmilch.

Physikalische Eigenschaften

Die Milch hat eine weisse oder ins Gelbliche spielende Farbe und einen milden süsslichen Geschmack, ihr Geruch ist unbestimmt, und erinnert an die Hautausdünstung der Kühe.

Chemische Zusammensetzung

Sie ist eine wässerige Lösung von Eiweissstoffen, Milchzucker und Mineralstoffen, in der zahllose klare Fettkügelchen suspendiert sind, welche die Lösung undurchsichtig machen.

(Zusammensetzung s. Tabelle IX, S. 193).

Veränderungen der Milch.

Melken

Während des Melkens ist die aus den Zitzen abfliessende Milch nicht durchgehends von der gleichen Zusammensetzung, sondern die ersten Teile sind wässeriger, die letzten fettreicher. Gebrochenes Melken verändert daher die Beschaffenheit der Milch ein und desselben Tieres in hohem Grade.

Rahm

Bei ruhigem Stehen der Milch steigen die spezifisch leichteren, suspendierten Fettkügelchen in die Höhe und bilden eine sehr fettreiche Schichte, den Rahm (Sahne, Oberes).

Magermilch

Der Rest der Milch wird dadurch fettärmer, bläulich durchscheinend und heisst entrahmte Milch (Magermilch, Laktoserum). Bei noch längerem Stehen wird die

Topfen

Milch sauer, indem durch Bakterienthätigkeit aus dem Milchzucker Milchsäure gebildet wird. Sowie eine genügende Milchsäuremenge gebildet ist, macht diese einen Teil der Eiweissstoffe (Kaseïn) unlöslich; die Milch gerinnt, d. h. Kaseïn scheidet sich ab, und reisst das Fett mit sich (Quarg, Topfen).

Molke

Nach dem Absitzen der geronnenen Masse hat man eine schwach grünliche Lösung von Milchzucker, Milchsäure, Mineralstoffen und dem Rest der Eiweissstoffe; diese Lösung heisst Molke.

In ähnlicher Weise gerinnt die Milch bei Zusatz gewisser Stoffe, z. B. Lab, Kefirknollen — es bleiben jedoch mehr Eiweissstoffe (Peptone) in Lösung.

Kumys

Bei Zusatz von Hefe wird der Milchzucker in Alkohol und Kohlensäure verwandelt, man erhält dann Milchgährungsprodukte (Kumys, Kefir).

Tabelle IX.

Bezeichnung	% Wasser	% Trockensubst.	% Fett	% Eiweissstoffe	% Milchzucker	% Milchsäure	% Mineralstoffe	% Alkohol
Milch	87.29	12.71	3.68	3.67	4.63	0.1	0.73	—
gebrochen gemolken I.	91.50	8.44	1.49	2.14	4.10	—	0.71	—
„ „ II.	88.96	10 98	4.10	2.06	4.06	—	0.76	—
Rahm	65.51	34.49	26.75	3.61	3.52	—	0.61	—
Laktoserum	90.66	9.34	0.74	3.11	4.75	0.2	0.74	—
Quarg	60.27	39.73	7.33	24 84	3.54	1.03	4.02	—
Molke mit Säure	93.64	6.36	0.08	1.04	4.42		0.82	—
„ „ Lab	93.69	6.31	0.12	0 59	5.00		0.60	—
Kumys (Stutenmilch) . .	92.47	7.53	1.26	1.97	2.48	0.91	0.81	1.84
Kefir	90.09	9.27	1.82	3.42	1.87	1.44	0.72	0.64

Krankheiten

Verändert kann die Milch in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften werden durch Krankheiten des Tieres, einzelner Organe oder durch in der Milch selbst entstehende Veränderungen.

Mangelhaftes, wässeriges Futter, starke Bewegung bewirken eine wässerige Milch; Biertreber, Rüben, Kartoffelschlempe, Arzneistoffe geben der Milch oft eigentümlichen Geruch und Geschmack. Infektionskrankheiten der Kuh übertragen sich oft auf die Milch, ohne dass dieselbe sichtlich verändert wird.

Ferner kann die Milch selbst durch Pilzthätigkeit blaue oder rote Farbe oder kratzenden Geschmack annehmen.

Kälbermilch

Stark in der Zusammensetzung verändert ist auch die sog. Kälbermilch (Biestmilch, Colostrum), welche bedeutend spezifisch schwerer ist und bedeutend mehr Eiweiss und Fett enthält, als gewöhnliche Milch.

Verfälschungen

Erfahrungsgemäss wird die Milch viel gefälscht, aber nur durch

1. Zugiessen von Wasser,
2. teilweises Entrahmen,
3. teilweises Entrahmen und Zugiessen von Wasser.

Alle anderen Fälschungen gehören zu den Seltenheiten. Den Fälschungen anzureihen ist der Zusatz von Konservierungsmitteln.

Milchkontrolle

Die Untersuchung der Milch zerfällt naturgemäss in zwei Abschnitte:

eine polizeiliche an Ort und Stelle,
eine chemische im Laboratorium.

Die erstere fordert einfache, rasch ausführbare und möglichst sichere Methoden ohne Anwendung vieler oder komplizierter Apparate, da sie möglichst oft ausgeführt werden muss, die letztere dient zur exakten Ermittlung der infolge polizeilicher Kontrolle vermuteten Fälschung.

I. Polizeiliche Untersuchung.

Die Voruntersuchung hat vor allem die äusseren Eigenschaften der Milch festzustellen, jede Milch, welche irgend eine abweichende Eigenschaft zeigt, ist zu beschlagnahmen und zu genauerer Untersuchung im Laboratorium zu bringen. Des Weiteren darf überhaupt keine Milch von mit Krankheiten behafteten Tieren in den Handel gebracht werden.

§ 2 der Oberpolizeilichen Vorschrift vom 15. Juli 1887 für das Königreich Bayern lautet:

Das Verkaufen und Feilhalten der Milch von Kühen, welche vor weniger als acht Tagen gekalbt haben (Colostrum, Biestmilch), sowie der Milch von kranken Kühen ist verboten.

Als krank im Sinne des Abs. 1 gelten Kühe, wenn sie an Maul- und Klauenseuche, Milzbrand, Tuberkulose (Perlsucht, Lungensucht), Rauschbrand, Tollwut oder Tollwutverdacht, Gelbsucht, an Krankheiten des Euters, an fauliger Gebärmutterentzündung, an Vergiftung leiden, ferner wenn und solange sie unter Anwendung giftiger oder stark wirkender Mittel in Behandlung stehen.

§ 3: Abgesehen von dem gesetzlichen Verbote des Verkaufs verdorbener, gesundheitsschädlicher oder gefälschter Milch (§ 10 des Reichsgesetzes vom 14. Mai 1879, dann § 367 Abs. 1 Ziff. 7 des Reichsstrafgesetzbuches) ist das Verkaufen und Feilhalten von unreiner, schleimiger, übelschmeckender oder übelriechender, roter oder blaufleckiger Milch, desgleichen von Milch, welcher fremdartige Bestandteile, gleichviel zu welchem Zweck, zugesetzt worden sind, verboten.

Zur Ermittlung der gewöhnlichen Fälschungen bedient man sich der Bestimmung des spezifischen Gewichtes und der annähernden Schätzung des Fettgehaltes, der letzteren jedoch nur in Zweifelfällen.

Spezifisches Gewicht

Die Milch ist schwerer als Wasser, denn sie ist eine Lösung von Eiweiss, Zucker und Salzen. Dagegen ist das Fett, das sie suspendiert enthält, spezifisch leichter als Wasser (bei 15° C 0.920), der Fettgehalt vermindert daher das spezifische Gewicht, drückt es aber nie unter eine gewisse Grenze herab.

Man hat gefunden, dass das spezifische Gewicht der Marktmilch, bei 15° C gemessen, nur zwischen 1.029 und 1.034 schwankt.

Unter Marktmilch versteht man hiebei die Milch, wie sie aus einer oder mehreren Stallungen gemischt auf den Markt kommt, also Mischmilch von mehreren Kühen.

Die Milch eines einzelnen Tieres ist als physiologisches Objekt weiten Schwankungen unterworfen, die Unterschiede verwischen sich aber, wenn die Milch verschiedener Tiere gemischt wird.

Wasserzusatz

Durch Zusatz von Wasser, also eines spezifisch leichteren Stoffes wird die Milch spezifisch leichter, ihr spezifisches Gewicht sinkt unter 1.029 und zwar um so weiter, je grösser der Wasserzusatz ist.

Fettentzug

Durch Entzug von Fett, also eines spezifisch leichteren Körpers, wird die Milch spezifisch schwerer, Fettentzüge bis zu 2 % der Milch sind aber oft auf diesem Wege nicht nachzuweisen, da das spezifische Gewicht entrahmter Milch nicht immer 1.034 überschreitet.

Kombinierte Fälschung

Durch Verbindung beider Fälschungen gelingt es, das spezifische Gewicht in den normalen Grenzen zu halten. In beiden letzteren Fällen muss daher eine Fettbestimmung die Bestimmung des spezifischen Gewichtes unterstützen.

Laktodensimeter

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Milch bedient man sich bei der Marktkontrolle der Senkwage von Quevenne (Laktodensimeter nach Quevenne).

Quevennesche Grade

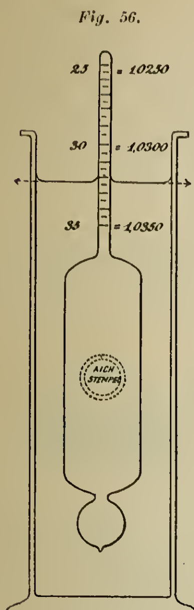
Dieses Instrument giebt das spezifische Gewicht der Milch an und zwar sind die zweite und dritte Dezimale auf der Spindel als Grade aufgetragen, es bedeuten daher z. B. 32 Grad Quevenne das spezifische Gewicht 1.032.

In Bayern dürfen gemäss § 4 der erwähnten Verordnung nur mehr amtlich geprüfte Laktodensimter von Glas nach Soxhlet mit einem Gradabstand von 8 mm, und von Hartgummi und Messing nach Recknagel mit einem Gradabstand von 5 mm zur amtlichen Milchkontrolle benutzt werden. Die Instrumente

umfassen die Grade 24—38 (1.024 — 1.038) gegenüber der Skala 15—50 bei den Quevenneschen Laktodensimetern, und müssen vorgeschriebene Dimensionen besitzen.*).

Zur Ausführung der Messung mischt man die Milch gut durch, was durch mehrmaliges Umschütten in ein zweites Gefäss oder durch Umrühren geschieht, und giesst dann die Milch, indem man sie zur Vermeidung von Schaumbildung langsam an den Wandungen des Cylinders herabfliessen lässt, bis an die Marke in den Cylinder ein.

Fig. 56.



Man misst nun

1. die Temperatur der Milch, indem man ein kleines Schwimmthermometer in die Milch einsenkt und wartet, bis dasselbe seinen Stand nicht mehr verändert, worauf man die Temperatur abliest und notiert.

2. Man nimmt dann das Thermometer heraus, senkt das völlig trockene Laktodensimeter langsam ein und wartet, bis dasselbe, ohne dass es bedeutendere Schwankungen macht, ruhig einsteht. Man bringt das Auge in gleiche Höhe mit dem Spiegel der Milch und liest dann dessen, wegen des Meniskus nicht sichtbaren Schnittpunkt mit der Spindel ab. Niemals darf man bei Glasdensimetern den oberen Rand des Meniskus ablesen. Ablesung

Man macht dann zur Kontrolle eine zweite Thermometer- und Densimeterablesung. Die Instrumente sind sofort nach dem Gebrauch mit Wasser zu reinigen und gut abzutrocknen.

---

*) Laktodensimeter nach Soxhlet geaicht . . M. 5.50.
„ „ Recknagel „ . . „ 15.00.
Schwimmthermometer . . . . „ 1.50.
Senkcylinder . . . . „ 1.—.

Die Ablesung des spezifischen Gewichtes ist aber nur richtig, wenn die Temperatur genau 15° C war. War dies nicht der Fall, so muss die Ablesung korrigiert werden. Hiezu benützt man Korrektionstabellen oder einfacher folgende Umrechnung:

Für je 1° C über 15° C addiert man 0.2° Quevenne,
für je 1° C unter 15° C subtrahiert man 0.2° Quevenne.

Es ist zu beachten, dass das spezifische Gewicht der Milch beim Stehen um 1—1.5° Quevenne zunimmt und erst nach 24 Stunden oder nach 2—3 stündigem Stehen auf Eis konstant wird.

Es soll daher das spezifische Gewicht einer beanstandeten oder Stallprobenmilch nach 3 stündigem Stehen über Eis und Wiedererwärmung auf 15° C nochmals kontrolliert werden.

Fett

Zur marktpolizeilichen Schätzung des Fettgehaltes benützte man hauptsächlich optische Methoden, welche aber wegen ihres unrichtigen Prinzips, des verschiedenen Sehvermögens der Beobachter, der verschiedenen Beleuchtung unrichtige Werte geben müssen, so dass selbst bei den besten dieser Instrumente noch Fehler bis 0.5 % gegen die Gewichtsanalyse vorkommen, was 12—16 % des gesammten Fettgehaltes entspricht. Noch viel ungenauer sind Instrumente, welche eine Messung des Rahmes bezwecken. (Kremometer.)

Laktoskop

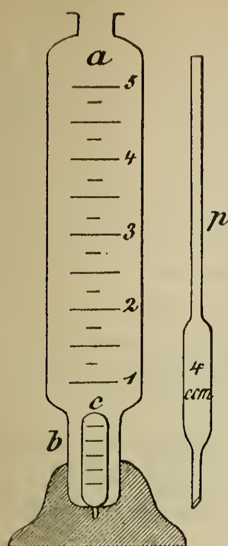
Da aber für eine richtige Marktkontrolle manchmal die Ermittlung des Fettgehaltes nötig ist, hat man das einfachste der optischen Milchprüfungsinstrumente, das Laktoskop von Feser*), angenommen. Dasselbe beruht auf dem Prinzip, dass die Milch um so undurchsichtiger ist, je mehr Fett sie enthält; je fettreicher die Milch also ist, desto mehr Wasser muss man zusetzen, um sie durchsichtig zu machen.

---

*) Preis 6 Mark.

Das Laktoskop (Fig. 57) besteht aus einer 3 cm weiten, 17 cm langen Glasröhre *a*, welche unten in eine 2.3 cm weite, 5 cm lange, unten zugeschmolzene Glasröhre *b* verjüngt ist. Im Innern dieses engeren Glasrohres *b* ist ein Milchglascylinder *c* befestigt, auf dem 6 schwarze Querstriche angebracht sind. Am weiten Glasrohr *a* befindet sich eine Skala, welche direkt Fettprozente angiebt.

Fig. 57.



Man lässt mittelst einer beigegebenen Pipette *p* 4 ccm der gründlich gemischten Milch in das Laktoskop fliessen; die schwarzen Striche am Milchglascylinder sind dann unsichtbar. Nun setzt man nach und nach so lange Wasser zu, bis nach stets wiederholtem Umschütteln die schwarzen Striche eben sichtbar und zu zählen sind. Das Instrument ist hiebei gegen eine helle Wand zu halten.

Der Stand des Wassers giebt dann die Prozente Fett in der Milch direkt an.

Zweckmässig ist es, bei Beanstandung einer Milchprobe, wenn möglich, am andern oder übernächsten Tag eine Stallprobe auszuführen, d. h. die Tiere zur gleichen Melkzeit unter amtlicher Aufsicht zu melken und diese Mischmilch zu untersuchen. Stallprobe

II. Chemische Untersuchung.

Die chemische Untersuchung zum Zwecke der Milchkontrolle hat festzustellen:

1. das spezifische Gewicht mittelst eines geaichten Laktodensimeters oder der Westphalschen Wage;
2. den genauen Fettgehalt;
3. den Gehalt an Trockensubstanz.

Bestimmung des Fettes.

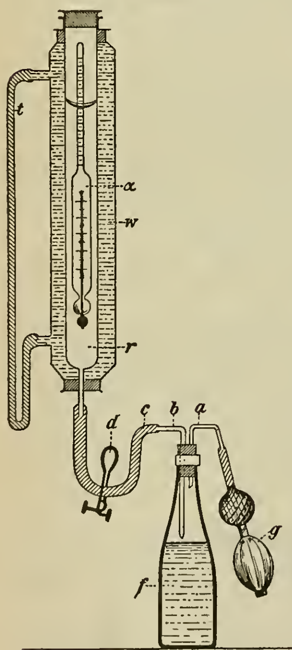
Fett

Aräometrische Methode

Zur Bestimmung des Fettgehaltes bedient man sich der Gewichtsanalyse oder der einfacher ausführbaren, ebenso genauen aräometrischen Methode von Soxhlet. Das Prinzip der letzteren ist folgendes: Alkalisch gemachte Milch giebt beim Schütteln mit Äther alles Fett an denselben ab, in der Milch bleibt etwas Äther, aber kein Fett gelöst. Das spezifische Gewicht der abgeschiedenen Ätherfettlösung lässt dann den Fettgehalt der Milch aus einer ein für allemal ermittelten Tabelle entnehmen.

Die Methode benötigt einen eigenen, von J. Greiner in München zu beziehenden Apparat*), ferner

Fig. 58.



Kalilauge vom spezifischen Gewicht 1.26—1.27 (400 g Ätzkali zu 1 Liter gelöst);

Äther wassergesättigt; durch Schütteln des käuflichen Äthers mit Wasser und Absitzenlassen zu erhalten.

Zur Ausführung bringt man die Milch und die Reagentien auf 17—18° C Temperatur, misst mittelst Pipette 200 ccm Milch ab und lässt in die Schüttelflasche *f* laufen. Dann setzt man 10 ccm Kalilauge zu, schüttelt gut durch, und fügt 60 ccm wassergesättigten Äther zu. Man schüttelt nun 1/2 Minute wieder kräftig durch, setzt die Flasche in ein Gefäss mit Wasser von etwa 17.5° C und schüttelt sie 1/4 Stunde lang von 1/2 zu 1/2 Minute sanft, indem man leichte senkrechte Stösse macht.

*) Preis 40 ℳ. (mit Aräometer für Magermilch 50 ℳ).

Nun lässt man ruhig stehen (oder zentrifugiert, falls eine Maschine vorhanden) bis eine genügende Menge Ätherfettlösung abgeschieden ist.

Diese Lösung muss nun in den Senkcylinder *r* des Apparates gepumpt werden. Derselbe ist mit einem Kühler *w* umgeben, der mittelst des Schlauches *t* mit Wasser von möglichst 17.5° C Temperatur gefüllt wird. In den Senkcylinder bringt man das Aräometer *α*, welches die Grade 66—43 oder 43—21, entsprechend den spezifischen Gewichten 0.766—0.743 oder 0.743—0.721, und im Schwimmkörper ein in $^1/_5$° C geteiltes Thermometer trägt, und setzt lose einen Kork auf die Röhre *r* auf.

Man vertauscht dann den Pfropfen der Schüttelflasche mit einem doppeltdurchbohrten Pfropf, durch den zwei Glasröhren *a* und *b* gehen. Die längere derselben *b* stellt man so ein, dass sie von der Scheidelinie von Milch und Ätherfettlösung höchstens 1 mm entfernt ist, sie verbindet mittelst eines Gummischlauches *c* mit Quetschhahn *d* die Schüttelflasche *f* mit dem Aräometersenkcylinder *r*.

Das kürzere Glasrohr *a* schneidet nahe unter dem Pfropf ab und führt zu einem Kautschukgebläse *g*. Man öffnet den Quetschhahn *d* und presst durch Druck auf das Gebläse *g* so viel Ätherfettlösung in den Senkcylinder *r*, dass das Aräometer *α* schwimmt und schliesst dann den Quetschhahn *d*.

Man wartet nun 5 Minuten, bis die Temperatur völlig ausgeglichen ist und liest dann den Stand des Aräometers und des Thermometers genau ab. Das Aräometer muss hiebei völlig frei schwimmen, abzulesen ist am untersten Rand des Meniskus (also wie bei Büretten).

Ist die Temperatur genau 17.5° C, so ist die Ablesung ohne weiteres richtig; ist die Temperatur höher als 17.5° C, so ist für je 0,1° C mehr 0.1 zur Ablesung zu addieren;

ist die Temperatur niedriger als 17.5° C, so ist für je 0.1° C weniger 0.1 von der Ablesung zu subtrahieren, z. B.:

abgelesen 51.9 bei 16.3° C, giebt (17.5 — 16.3) = 1.2 × 0.1 zu subtrahieren, also 51.9 — 1.2 = 50.7 bei 17.5° C, oder

abgelesen 46.8° bei 18.5° giebt korrigiert

$$46.8 + (18.5 - 17.5) = 46.8 + 1.0 = 47.8^\circ.$$

Dann schlägt man die für 17.5° C abgelesene oder korrigierte Zahl in der Tabelle X auf und findet direkt Gewichtsprozente Fett in der Milch.

Zur Reinigung des Apparates lüftet man den Kork der Schüttelflasche und den des Senkcylinders und lässt die Fettlösung abfliessen. Dann füllt man den Senkcylinder mit gewöhnlichem Äther, lässt ihn ablaufen und bläst nun mittelst des Gebläses Luft durch den Apparat. Nach Verjagung allen Äthers ist der Apparat für eine neue Bestimmung vorgerichtet.

Bei Magermilch mit unter 1 % Fett sind den 200 ccm Milch 25 Tropfen einer Seifenlösung zuzusetzen, die durch Erwärmen von 15 g Stearin mit 25 ccm Alkohol und 10 ccm der Kalilauge von 1.27 spezifischem Gewicht im Wasserbad und Auflösen der Seife in Wasser zu 100 ccm gewonnen wird. Alles Übrige bleibt sich dann gleich.

Tabelle X.

Tabelle nach Soxhlet,

den Fettgehalt der Milch in Gewichtsprozenten nach dem spez. Gewicht der Ätherfettlösung bei 17.5° C angebend.

Grad	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
21	—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
22	0.9	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
23	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27
24	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36
25	0.37	0.38	0.39	0.40	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45
26	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54
27	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61	0.62	0.63
28	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73
29	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80	0.81	0.82
30	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.91
31	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
32	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09
33	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18
34	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.24	1.25	1.26	1.27
35	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.33	1.34	1.35	1.36
36	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46
37	1.47	1.48	1.49	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56
38	1.57	1.58	1.59	1.60	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66
39	1.67	1.68	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76
40	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86
41	1.87	1.88	1.89	1.90	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96
42	1.97	1.98	1.99	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06
43	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.16	2.17
44	2.18	2.19	2.20	2.22	2.23	2.24	2.25	2.26	2.27	2.28
45	2.30	2.31	2.32	2.33	2.34	2.35	2.36	2.37	2.38	2.39
46	2.40	2.42	2.43	2.44	2.45	2.46	2.47	2.49	2.50	2.51
47	2.52	2.54	2.55	2.56	2.57	2.58	2.60	2.61	2.62	2.63
48	2.64	2.66	2.67	2.68	2.70	2.71	2.72	2.73	2.74	2.75
49	2.76	2.77	2.78	2.79	2.80	2.81	2.82	2.83	2.84	2.86

Grad	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
50	2.87	2.88	2.90	2.91	2.92	2.93	2.94	2.96	2.97	2.98
51	2.99	3.00	3.01	3.03	3.04	3.05	3.06	3.08	3.09	3.10
52	3.11	3.12	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18	3.20	3.21	3.23
53	3.25	3.26	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.33	3.34	3.35
54	3.37	3.38	3.39	3.40	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.48
55	3.49	3.51	3.52	3.53	3.55	3.56	3.57	3.59	3.60	3.61
56	3.63	3.64	3.65	3.67	3.68	3.69	3.71	3.72	3.73	3.74
57	3.75	3.76	3.78	3.80	3.81	3.82	3.84	3.85	3.87	3.88
58	3.90	3.91	3.92	3.93	3.95	3.96	3.98	3.99	4.01	4.02
59	4.03	4.04	4.06	4.07	4.09	4.11	4.12	4.14	4.15	4.16
60	4.18	4.19	4.20	4.21	4.23	4.24	4.26	4.27	4.29	4.30
61	4.32	4.33	4.35	4.36	4.37	4.39	4.40	4.42	4.44	4.46
62	4.47	4.48	4.50	4.52	4.53	4.55	4.56	4.58	4.59	4.61
63	4.63	4.64	4.66	4.67	4.69	4.70	4.71	4.73	4.75	4.77
64	4 79	4.80	4.82	4.84	4.85	4.87	4.88	4.90	4.92	4.93
65	4.95	4.97	4.98	5.00	5.02	5.04	5.05	5.07	5.09	5.11
66	5.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bestimmung der Trockensubstanz.

Trocken-substanz

Wenn spezifisches Gewicht und Fett einer Milch genau bestimmt sind, so lässt sich die Trockensubstanz mit ziemlicher Sicherheit berechnen.

Bezeichnet man mit

q die Grade Quevenne des spezifischen Gewichtes bei 15° C,

f die Gewichtsprozente Fett nach Soxhlet,

so ist nach Hallenke und Möslinger die Trockensubstanz

$$t = \left(\frac{q}{5} + f\right) \times \frac{10}{8} \ \%; \text{ z. B.:}$$

spezifisches Gewicht einer Milch bei 15° C 1.0323,
also $q = 32.3$, Fettgehalt $= 3.50$ %,
„ $f = 3.50$, dann ist

$$t = \left(\frac{32.3}{5} + 3.50\right) \times \frac{10}{8}$$
$$= \left(6.46 + 3.50\right) \times \frac{10}{8}$$
$$= 12.45\ \%.$$

Auf Grund dieser Formel ist die nachfolgende Tabelle berechnet, aus welcher bei bekanntem spezifischen Gewicht und Fettgehalt einer Milch deren Gehalt an Trockensubstanz direkt entnommen werden kann.

Tabelle XI.

Tabelle zur Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes der Milch aus spezifischem Gewicht und Fett.

(Nach der Formel von Hallenke und Möslinger berechnet von H. Trillich.)

Fett %	Grade Quevenne						
	28	29	30	31	32	33	34
2.5	10.1	10.4	10.6	10.9	11 1	11.4	11.6
6	10.25	10.5	10.75	11.0	11.25	11.5	11.75
7	10.4	10.6	10.9	11.1	11.4	11.6	11.9
8	10.5	10.75	11.0	11.25	11.5	11.75	12.0
9	10.6	10.9	11.1	11.4	11.6	11.9	12.1
3.0	10.75	11.0	11.25	11.5	11.75	12.0	12.25
1	10.9	11.1	11.4	11.6	11.9	12.1	12.4
2	11.0	11.25	11.5	11.75	12.0	12.25	12.5
3	11.1	11.4	11.6	11.9	12.1	12.4	12 6
4	11.25	11.5	11.75	12.0	12.25	12.5	12.75
5	11.4	11.6	11.9	12.1	12.4	12.6	12.9
6	11.5	11.75	12.0	12.25	12.5	12.75	13.0
7	11 6	11.9	12.1	12.4	12.6	12.9	13.1
8	11.75	12.0	12.25	12.5	12.75	13.0	13.25
9	11.9	12.1	12.4	12.6	12.9	13.1	13.4
4.0	12.0	12.25	12.5	12.75	13.0	13.25	13.5
1	12.1	12.3	12.6	12.8	13.1	13.4	13.6
2	12.25	12.5	12.75	13.0	13.25	13.5	13.75
3	12.4	12.6	12.9	13.1	13.4	13.6	13.9
4	12.5	12.75	13.0	13.25	13.5	13.75	14.0
5	12.6	12.9	13.1	13.4	13.6	13.9	14.1

Die chemische Untersuchung der Milch kann auch auf gewichtsanalytischem Wege vorgenommen werden, insbesondere ist in Zweifelfällen die Trockensubstanz direkt zu bestimmen.

Trockensubstanz

1. Trockensubstanz. 10 g der gut durchmischten Milch werden auf einer Analysenwage genau in eine vorher gut getrocknete und gewogene Platinschale abgewogen, auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft, im Trockenschrank bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (6 Std.) und nach dem Erkalten im Schwefelsäureexsikator gewogen.

Asche

Die erhaltene Trockensubstanz wird behufs Bestimmung der Mineralstoffe über einer kleinen Flamme verascht und völlig weiss gebrannt.

Fett

2. Fett. In eine Porzellanschale werden ungefähr 20 g Gyps gegeben, und in die genau gewogene Schale 10 g der gründlich gemischten Milch genau eingewogen. Man verteilt die Milch mittelst eines Glasstabes gut im Gyps, verdampft auf dem Wasserbad zur Trockne und trocknet 2 Stunden bei 100° C. Dann wird die Masse staubfein verrieben, in die Patrone des Soxhletschen Extraktionsapparates gebracht und mit wasserfreiem Äther bis zur völligen Erschöpfung (4 Stunden lang) extrahiert. Die Weiterbehandlung siehe Seite 189.

Stickstoffsubstanzen

3. Stickstoffsubstanzen. 10 ccm Milch werden in einem Kölbchen möglichst zur Trockne verdampft und dann nach den Vorschriften auf Seite 185 weiter behandelt[1]).

Milchzucker

4. Milchzucker. Die Bestimmung erfolgt gewichtsanalytisch nach Soxhlet[2]).

---

[1]) Siehe auch E. Pfeiffer: Die Analyse der Milch. Wiesbaden 1887.

[2]) Siehe E. Wein: Tabellen zur quantitativen Bestimmung der Zuckerarten. Stuttgart 1888. S. 9.

5. Milchsäure. 50 ccm Milch werden mit 2 ccm Phenolphtaleïnlösung versetzt und mit $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge titriert, bis deutliche, bleibende Rötung eintritt. Milchsäure

Der Verbrauch an Natronlauge wird auf Milchsäure berechnet, 1 ccm $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge = 0.009 g Milchsäure.

6. Fremde Zusätze. Zur Prüfung auf Mehlzusatz versetzt man 10 ccm Milch mit 1 ccm Jodlösung, falls eine Bläuung eintritt, ist Mehl vorhanden. Die weitere Untersuchung erfolgt dann mikroskopisch. (Artikel „Mehl".) Fremde Zusätze

Zur Prüfung auf Natriumkarbonat und Natriumbikarbonat, welche der Milch zur Verhinderung der Säuerung zugesetzt werden, versetzt man 10 ccm Milch mit 10 ccm neutralem Alkohol und 1 ccm Rosolsäurelösung. Eine eintretende Rotfärbung beweist die Gegenwart von Soda oder doppelkohlensaurem Natron.

Zur Prüfung auf Salicylsäure wird Fett und Eiweiss kalt mit Schwefelsäure gefällt und abfiltriert. Das Filtrat wird wie unter „Bier" angegeben, weiter behandelt.

Zur Prüfung auf Borsäure verdampft man 50 ccm Milch unter Zusatz von Natriumkarbonatlösung zur Trockne, verascht, löst die Asche in wenig Salzsäure und legt in die Lösung einen Streifen Kurkumapapier. War Borsäure vorhanden, so färbt sich der letztere beim Eintrocknen rot und wird in Berührung mit Ammoniakdämpfen blau.

Beurteilung der Milch.

Als für den Verkauf unzulässig, weil als verdorben, ekelerregend oder gesundheitsschädlich zu erachten, ist Milch, welche die auf Seite 195 genannten anormalen Eigenschaften besitzt oder von kranken Tieren stammt. Beurteilung der Milch

Gewässert ist eine Milch, wenn sie ein spezifisches Gewicht unter 1.029 hat und eine sofort vorgenommene Stallprobe nicht eine gleich niedere Zahl giebt.

Zur annähernden Berechnung des Wasserzusatzes geht man von dem fettfreien Trockensubstanzgehalt der Milch aus, der bei normaler Milch mindestens 9 % beträgt, und weniger Schwankungen unterworfen ist, als die Gesamttrockensubstanz.

Die genaue Berechnung des Wasserzusatzes, ebenso die der Entrahmung ist nur möglich, wenn auch eine Analyse der Stallprobenmilch ausgeführt wird.

Die Berechnung einer kombinierten Fälschung erfolgt nach Formeln von Recknagel*).

Der Wasserzusatz zur Milch ist häufig direkt nachweisbar, wenn nämlich das Wasser salpetersaure Salze enthielt, die in der Milch gänzlich fehlen. Man koaguliert die Milch durch Zusatz von konzentrierter Calciumchloridlösung und prüft das Filtrat gegen eine Lösung von Diphenylamin in konzentrierter Schwefelsäure. (Seite 89.) Ein negativer Ausfall der Probe ist jedoch nicht beweisend für die Abwesenheit von Wasser, falls das zugesetzte Wasser keine salpetersauren Salze enthielt, was aber nur selten der Fall sein dürfte.

Als gefälscht und unter Umständen gesundheitsschädlich ist ferner Milch zu erachten, welche Konservierungsmittel zugesetzt erhielt oder deren Säuerung durch Alkalien abgestumpft wurde.

---

*) Bericht über die VI. Versammlung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie. 1887.

Untersuchung der Milchprodukte.

Rahm, abgerahmte Milch, Topfen und Molken werden in derselben Weise gewichtsanalytisch wie Milch untersucht.

In neuerer Zeit hat man versucht, die Milch zu konservieren und benützt hiezu zwei Systeme, indem man die Milch in Vakkuumpfannen teils mit (konservierte M.), teils ohne (präservierte M.) Rohrzucker eindampft.

Die Untersuchung dieser Konserven wird nach vier- bis fünffacher Verdünnung mit Wasser wie die der Milch ausgeführt; ebenso die der Milchgährungsprodukte.

Weitaus grössere Bedeutung als die bisher genannten Milchprodukte besitzen Butter und Käse.

Butter und Schmalz.

Unter **Butter** versteht man das aus Kuhmilch mittelst mechanischer Operationen gewonnene Fett, das noch geringe Mengen der anderen Milchbestandteile, also Wasser, Milchzucker, Milchsäure, Eiweisstoffe und Mineralstoffe enthält. Butter

Ihre Zusammensetzung ist im Mittel:

87.0 % Fett
11.7 „ Wasser
0.5 „ Kaseïn
0.5 „ Milchzucker + Milchsäure
0.3 „ Mineralstoffe.

Butter ist eine weisslichgelbe bis gelbe, gleichförmige Masse von weicher Konsistenz und eigentümlichem, angenehmem Geruch und Geschmack.

Unter **Schmalz** versteht man in Bayern das aus Butter durch Schmelzen und Entwässern rein dargestellte Milchfett. Schmalz

Butter ist ein guter Nährboden für Pilze, bei Unreinlichkeit oder fehlerhafter Aufbewahrung wird daher Butter von Buttersäurebakterien und Schimmelpilzen durchsetzt Veränderungen

und erhält dadurch anormale Beschaffenheit. (Dunkle Flecken, Buttersäure-, Butteräthergeruch, ranzigen Geschmack.)

Dem Einfluss von Licht und Luft ausgesetzt, werden Butter und Schmalz ranzig, d. h. das Fett oxydiert sich und bekommt eine weisse Farbe und einen talgähnlichen, kratzenden Geruch und Geschmack.

Bei zu starkem Erhitzen bräunt sich das Fett und bekommt ebenfalls einen ranzigen Geschmack.

Gesundheitsschädlich ist irgend veränderte Butter oder anormales Schmalz nicht, kann aber ekelerregend wirken und ist daher als verdorben und für den menschlichen Genuss unbrauchbar zu erklären.

Verfälschungen

Butter wird verfälscht:

a) durch Einmengen von Wasser und Salz im Übermass, oder durch Einmengen von Topfen,
b) durch Einmengung fremder, minderwertiger Fette.

Schmalz wird nur auf letzterem Wege gefälscht.

Die Gelbfärbung von Schmalz und Butter, die meist mit unschädlichen, pflanzlichen Farbstoffen (Orlean oder Annato) ausgeführt wird, ist als Unsitte, nicht aber als Fälschung zu erachten.

Kunstbutter

Zur Fälschung von Schmalz dienen Rinds-, Schweinefett und Pflanzenfette, wie Kokosnussbutter, Baumwollsamenöl etc.; zur Fälschung der Butter müssen diese Stoffe erst mit Wasser geknetet werden, um ihnen ein butterähnliches Aussehen zu verleihen. Es hat sich zum Ersatz von Butter auf diesem Wege ein eigener Industriezweig entwickelt, die Fabrikation der Kunstbutter (Margarine, Butterine).

Gut gereinigtes, geschmolzenes Rindsfett (Premier jus, Margarin) wird durch Erstarrenlassen bei 35^0 und Pressen von dem schwer schmelzbaren Stearin befreit und das gewonnene Oleomargarin mit saurer Milch, Farbstoff und Öl verbuttert.

Eine umfassende Darstellung bietet die Arbeit von E. Sell: Über Kunstbutter. Ihre Herstellung, sanitäre Beurteilung und die Mittel zu ihrer Unterscheidung von Milchbutter. Arbeiten a. d. kais. Gesundheitsamt 1886. 1. Band, 481.

Der Handel mit Kunstbutter ist geregelt durch das Reichsgesetz vom 12. Juni 1887, wonach nach § 2 die Mischung von Naturbutter mit Kunstbutter verboten ist (letztere darf nur bis 4 % Milchfett enthalten) und ferner die Kunstbutter in Gefässe und Formen mit der deutlichen Bezeichnung „Margarine“ verpackt sein muss (§ 3). Gesetz vom 12. Juni 1887

Die Untersuchung der Butter erstreckt sich auf die Bestimmung von Wasser und Mineralstoffen und Prüfung auf fremde Fette, die Untersuchung des Schmalzes lediglich auf letztere. Untersuchung

Wasser. Man bringt in eine Platinschale 5 g geglühten, faserigen Asbest und einen Glasstab, trocknet bei 100° und wägt. Man wägt nun 10 g Butter genau in die Schale, schmilzt auf dem Wasserbad, verteilt das Fett gut auf dem Asbest und trocknet bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz. Wasser

Mineralstoffe. 10 g Butter werden in einem Porzellantiegel abgewogen und geschmolzen, der grösste Teil des Fettes wird durch Abfiltrieren durch ein Filter ohne Asche und Auswaschen mit Äther entfernt, das Filter in den Tiegel zurückgegeben, der Rückstand weissgebrannt und mit dem Tiegel wieder gewogen. Mineralstoffe

Fremde Fette. Man stellt sich vor allem das reine Fett her, indem man die Butter oder das Schmalz schmilzt und das Fett bei etwa 60° C klar vom Rückstand abfiltriert. Fremde Fette

Milchfett besteht aus einem veränderlichen Gemenge von Triglyceriden verschiedener Fettsäuren, wovon die Hauptmenge (83—90 %) die Glyceride der Stearin-, Palmitin- und Ölsäure ausmachen, den Rest bilden die Glyceride

der sog. flüchtigen Fettsäuren (Butter-, Capron-, Capryl- und Caprinsäure).

Bei allen anderen tierischen oder den pflanzlichen Fetten treten die Glyceride der flüchtigen Fettsäuren an Menge zurück (5 %), Milchfett ist sonach durch einen hohen Gehalt an gebundenen flüchtigen Säuren charakterisiert.

Es bietet daher die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren das sicherste Mittel zur Erkennung von Verfälschungen des Milchfettes.

Reichert-Meisslsche Methode

Man bedient sich hiezu der Reichert-Meisslschen Methode, wonach aus 5 g Fett unter stets gleichen Verhältnissen die flüchtigen Säuren abdestilliert und titriert werden und als Meisslsche Zahl zum Ausdruck gelangen.

Nach den Vorschriften von Dr. R. Sendtner (Archiv für Hygiene, Bd. VIII. S. 424) wird das Fett bei 60° geschmolzen, filtriert und gut gemischt. Man wägt nun mittelst einer Pipette genau 5 g des geschmolzenen Fettes in einen Kolben von 300 ccm Inhalt ab, setzt den Kolben auf ein kochendes Wasserbad, giebt 10 ccm alkoholische Kalilauge zu (20 g Kaliumhydrat in 100 ccm Alkohol von 70 Vol.-% gelöst), lässt verseifen und verjagt den Rest des Alkohols durch Einblasen von Luft mittelst eines Gummigebläses. Wenn die Seife von Alkohol befreit (nahezu trocken) ist, so werden 100 ccm destilliertes Wasser in den Kolben gegeben und die Seife darin gelöst, wozu der Kolben auf dem schwachgeheizten Wasserbad stehen bleibt.

Die klare Seifenlösung wird rasch abgekühlt, mit 40 ccm einer verdünnten Schwefelsäure (1 vol. Schwefelsäure, 10 vol. Wasser) und zur Vermeidung des Stossens beim Kochen mit einigen Bimssteinstückchen versetzt. Durch den Zusatz von Schwefelsäure wird die Seife zersetzt, es scheiden sich die Fettsäuren ab und trüben die erst klare Lösung milchig.

Man destilliert nun unter Anwendung eines mindestens 50 cm langen Liebigschen Glaskühlers genau 110 ccm aus dem Kolben ab, mischt das Destillat gut durch und filtriert es durch ein trockenes Faltenfilter, um es von etwa mit überdestillierten festen Fettsäuren zu befreien. Man misst nun 100 ccm des klaren Filtrats ab, versetzt sie in einem Becherglas mit 5 Tropfen Phenolphtaleïnlösung und lässt unter Umrühren mit einem Glasstab aus einer in $^1/_{10}$ ccm geteilten Bürette $^1/_{10}$ Normalnatron-

lauge bis zur bleibenden Rötung zufliessen. Die für 100 ccm verbrauchte Menge $^1/_{10}$ Normalnatronlauge um den zehnten Teil vermehrt (auf 110 ccm Destillat berechnet) giebt die Meisslsche Zahl des Schmalzes.

Meisslsche Zahl

Die Meisslsche Zahl giebt an, wie viele ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge 110 ccm eines aus 5 g Fett gewonnenen Destillates zur Neutralisation der flüchtigen Fettsäuren verbrauchen.

Die Meisslsche Zahl von reinem normalen Milchfett ist im mindesten 26, d. h. 110 ccm Destillat aus 5 g Milchfett erfordern zur Neutralisation der darin enthaltenen flüchtigen Fettsäuren mindestens 26 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge — die Meisslsche Zahl aller anderen tierischen und pflanzlichen Fette ist 0.6—1.0, die des Kokosfettes bis 7.0.

Bei zu stark erhitztem, verbranntem Schmalz kann die Meisslsche Zahl tiefer herabgehen, ebenso bei Fett aus ranziger Butter, welches eine braune Seife liefert, während dieselbe sonst gelblich oder weiss ist.

Liegt die Meisslsche Zahl unter 26 und war das Fett sonst von normaler Beschaffenheit, so ist unzweifelhaft eine Fälschung mit minderwertigen Fetten anzunehmen. Der Gehalt an reinem Butterfett berechnet sich dann nach folgender Formel:

Wenn a = Meisslsche Zahl, dann enthält das Fettgemisch 3.7 $(a—0.6)$ % Milchfett.

Beispiel: Es wurden 5 g eines Schmalzes abgewogen, für 100 ccm des filtrierten Destillates wurden bis zur Rötung des Phenolphtaleïns 15.2 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge gebraucht, die Meisslsche Zahl ist also

$$(15.2 + 1.52) = 16.72.$$

Das Schmalz ist also kein reines Milchfett, sondern enthält hievon nur 3.7 (16.72 —0.6) % oder 59.6 %, also rund 60 % Milchfett und

40 % eines fremden, minderwertigen Fettes.

Zur vorläufigen Prüfung von Schmalz auf fremde Fette kann man sich bedienen:

Schmelzpunkt

Der Bestimmung des Schmelzpunktes. Man füllt das geschmolzene Fett in ein Kapillarröhrchen, schmilzt dasselbe am unteren Ende zu und befestigt es an dem Quecksilbergefäss eines Thermometers, das man in ein weites Reagensglas mit Glycerin einhängt. Man erwärmt nun letzteres mit einer ganz kleinen Flamme und beobachtet mit einer Lupe, wann die ganze Fettsäule völlig klar geschmolzen ist. Diesen Punkt liest man als Schmelzpunkt ab.

Milchfett schmilzt zwischen 33 und 37° C, Schweinfett, Rinds- und Hammelstalg schmelzen erst bei Temperaturen zwischen 41° und 47° C. Da es jedoch möglich ist, durch Beimischung von Ölen zu den schwerer schmelzenden Fetten den Schmelzpunkt des Milchfettes einzuhalten, hat diese Bestimmung keinen Wert als Beweis für die Abwesenheit fremder Fette.

Dasselbe gilt von den vielen anderen vorgeschlagenen physikalischen Methoden.

Käse.

Käse

Käse wird aus der Milch durch Gerinnen derselben mit Lab gewonnen, wobei Kaseïn unlöslich wird und das Fett mit sich nieder reisst. Die Molke wird abgepresst und die Käsemasse geknetet, gesalzen und geformt. Die Käsemasse macht dann einen „Reifeprozess“ durch, bei dem sich Zersetzungsprodukte des Kaseïns und des Fettes bilden, welche dem fertigen Käse den eigentümlichen Geschmack und Geruch erteilen.

Die Käse werden nach ihrer Bereitungsart, ihrer Konsistenz und ihrem Fettgehalt unterschieden.

Die wesentlichsten Bestandteile der Käse sind: Kaseïn, Milchfett, ferner Milchzucker, Milchsäure, Wasser, Milchsalze, Kochsalz, Peptone, Zersetzungsprodukte derselben, flüchtige Fettsäuren; die Zusammensetzung schwankt in weiten Grenzen.

Tabelle XII.

Bezeichnung	% Wasser	% Fett	% Stickstoff-Substanz	% Milch-zucker	% Salze
Rahmkäse . . .	41.86	31.81	19.06	4.88	3.65
Fettkäse	39.09	29.05	25.09	2.22	4.55
Halbfette Käse .	41.65	26.06	27.00	1.46	3.34
Magermilchkäse .	43.42	11.08	35.85	5.74	4.11

Käse kann gesundheitsschädlich werden durch Bildung von Käsegift, d. h. von Ptomaïnen, welche sich aus dem faulenden Kaseïn bilden. Käsegift

Käse, welcher von Schimmelpilzen, Milben u. s. w. durchsetzt ist, ist stets bedenklich und mindestens ekelerregend.

Käse wird gefälscht durch Verwendung fremder minderwertiger Fette (Kunstkäse.)

Zur Untersuchung auf fremde Fette extrahiert man grössere Mengen Käse mit Äther und untersucht das gewonnene Fett nach Meissl (Seite 212).

Litteratur über Milch und Milchprodukte:

H. Vogel: Vereinbar. S. 1 u. ff.
E. Pfeiffer: Analyse d. Milch. Wiesbaden 1887.
Sell: Über Milchbutter, Über Kunstbutter:
Arbeiten a. d. kais. Gesundheitsamt. I. 529. 481;
ferner I. 24: Über Milchkontrolle.

Fleisch und Fleischwaren.

Fleisch

Das Fleisch besteht aus den Muskelfasern des tierischen Körpers, die durch das Bindegewebe zusammengehalten werden, umgeben und durchsetzt von angelagertem Fett, Sehnen und Knochen.

Das Fleisch besitzt eine sehr wechselnde Zusammensetzung, welche vom Körperteil und der Mästung, dem Alter des Tieres und sonstigen Umständen abhängig ist. Gleichmässigere Zusammensetzung besitzt das reine Muskelfleisch, das aber als solches nicht in den Handel kommt.

Die chemischen Bestandteile des Muskelfleisches sind durchschnittlich:

75.0 % Wasser,
21.7 % Stickstoffsubstanzen,
2.0 % Fett,
1.3 % Mineralstoffe.

Die Stickstoffsubstanzen sind Muskelfaser, Bindegewebe, Albumin, Inosin, Harnsäure und Fleischbasen (Kreatin, Kreatinin, Karnin, Xanthin).

Fleisch und Fleischwaren können hauptsächlich gesundheitsschädlich sein durch:

1. Infektionskrankheiten der Tiere (Milzbrand, Rotz, Wut, Pocken, Maul- und Klauenseuche, Tuberkulose, typhöse, pyämische und septikämische Leiden der Tiere),
2. Parasiten (Finnen, Trichinen, Leberegel u. a.),
3. von aussen aufgenommene (arzneiliche) Gifte,
4. nach der Schlachtung entstehende Fäulnissprodukte, die sog. Ptomaïne.

Ptomaïne

Die Untersuchung der Tiere und des Fleisches im Sinne des Absatzes 1 ist dem Tierarzt vorbehalten. Im allgemeinen ist jedes Fleisch zu verwerfen, welches eine krankhafte Veränderung zeigt, also Fleisch, das missgefärbt, mit Blut unterlaufen, mit dunklen Stellen durchsetzt, von fauligem oder sonstigem anormalen Geruch und

von weicher, schwammiger Konsistenz und schmieriger Beschaffenheit ist.

Die Untersuchung auf Finnen und Trichinen geschieht auf mikroskopischem Weg.

Die Finnen, das sind die Larven des Bandwurmes, Cysticercus cellulosae, sind schon mit blossem Auge erkennbar und bilden hirsekorn- bis erbsengrosse, weissgelbe oder bläulich-graue ovale Bläschen. (Fig. 59 γ.) An einer Stelle des Bläschens ist der eingezogene Kopf des Bandwurms zu erkennen, der sich durch Druck auf dasselbe ausstülpen lässt. (Fig. 59 α Finne mit eingezogenem Kopf, β mit ausgestülptem Kopf.) Bei fünfzigfacher Vergrösserung sind an dem Kopf die vier Saugnäpfchen und ein für den Bandwurm des Menschen (Taenia solium) charakteristischer doppelter Hakenkranz erkennbar. Finnen

Trichinen kommen hauptsächlich im Schweinefleisch und besonders in dem an Sehnen oder Knochen anstossenden Muskelfleisch vor (Kau-, Augen-, Naken-, Zwischenrippen-, Lenden- und vor allem Zwerchfellmuskel). Trichinen

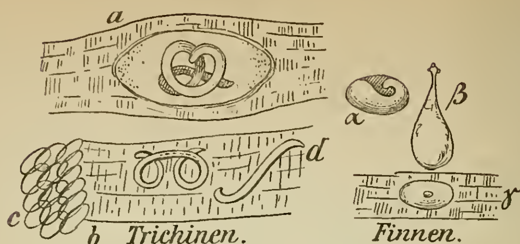
Zur Untersuchung des Fleisches auf Trichinen schneidet man mit der Schere etwa 1 cm lange, 2 mm dicke Proben in der Längsrichtung der Muskelfasern ab, zerzupft sie und quetscht sie nach Zusatz von Wasser oder einem Tropfen Essigsäure mit dem Deckglas bis zur genügenden Durchsichtigkeit. Sehr geeignet hiezu sind Kompressorien, d. s. aufeinanderschraubbare Glasplatten. (Preis 3 ℳ.)

Man untersucht nun bei 50—100facher Vergrösserung, am zweckmässigsten mittelst einer Vorrichtung, welche automatisch jede Stelle des Präparates unter das Gesichtsfeld bringt.*)

---

*) Mikroskope von Wächter, und Schmidt und Haensch, Schiek; Preis je nach der optischen Einrichtung 60—100 ℳ.

Fig. 59.



Trichinen finden sich im Fleisch teils im Zustande der Wanderung, teils eingekapselt vor.

Erstere stellen 0.6—1 mm lange, teils gestreckte, teils gerollte Würmchen dar, welche an ihrem vorderen Ende spitz, am hinteren dickeren Ende stumpf abgerundet sind. (Fig. 59 *d*.)

Die eingekapselten Trichinen liegen innerhalb des aufgetriebenen Muskelschlauches und sind von einer elliptischen Kalkkapsel umgeben, welche einen eigentümlichen Glanz besitzt, völlig gleichartig ist, sich in Essigsäure auflöst und die eingerollte Trichine mehr oder minder durchscheinen lässt. (Fig. 59 *a*, ferner *b* quergestreifte Muskelfasern, *c* Fettzellen.*)

Chemische Untersuchung

Die chemische Untersuchung des Fleisches wird nach den allgemeinen Methoden ausgeführt, sie beansprucht ein Interesse nur bei der Berechnung des Nährwertes.

Fleischkonserven

Die geringe Haltbarkeit des Fleisches war Veranlassung, Fleischkonserven herzustellen. Hiezu bedient man sich verschiedener Konservierungsmethoden: Erhitzen und Abschliessen gegen Luft (Appert), Imprägnieren mit antiseptischen Mitteln, wie schweflige Säure, Kohlensäure, Borsäure, Schwefelkohlenstoff u. s. w., doch haben sich Konserven mit Chemikalien nie Eingang verschafft.

---

*) Über genaue Unterscheidung der Trichinen von anderen Parasiten siehe Johne: Der Trichinenschauer. Berlin 1889. (Preis geb. 3.50.)

Sehr viel Fleisch wird in der Form von Wurstwaren konserviert und konsumiert. Wurstkonserven heissen Dauerwürste, Wurstwaren zu sofortigem Konsume Verbrauchswürste. Die Wurstwaren bestehen teils aus fein gehacktem und mit Gewürzen und Wasser gemischtem Fleisch und Speck (Fleischwürste), teils aus verschiedenen andern Bestandteilen des tierischen Körpers, nach deren Vorwalten sie benannt werden (Blut-, Leberwürste u. a.). Die Würste kommen teils roh, teils gekocht, geräuchert, gebacken oder getrocknet in den Handel. Wurstwaren

Vielen Würsten wird Mehl*) zugesetzt, meist in der Absicht, die „Bindigkeit" der Wurstmasse, des Brates zu erhöhen. So lange dieser Zusatz dem Konsumenten bekannt gemacht wird, und sich in geringen Grenzen (3—5 %) hält, ist ein Bedenken in hygienischer Richtung hiegegen nicht zu erheben.

Eine grössere Wichtigkeit als Fälschungsmittel besitzt das Wasser, das in Verbrauchswürste bis zu 80 % des Brates eingearbeitet werden kann und zwar ebenso gut bei stärkefreiem, als auch bei stärkehaltigem Brat. Hingegen ist der Mehlzusatz nicht im stande, den Wassergehalt beträchtlich zu erhöhen, wie man früher annahm.

Da man durch gehörige Zerkleinerung des Fleisches dieselbe Bindigkeit wie mit Mehl erreichen kann, so erscheint letzteres überflüssig.

Die Haltbarkeit der Würste wird lediglich durch den Wassergehalt beeinflusst; Gegenwart von Mehl spielt hiebei eine nebensächliche Rolle.

Zur qualitativen Prüfung auf Mehl betupft man die frischen Schnittflächen der Wurst mit Jodlösung — bei Gegenwart von Mehl tritt mehr oder minder starke Blaufärbung auf.

---

*) H. Trillich. Bericht über die VI. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chem., 1887, Berlin, und Zeitschr. f. angew. Chem. 1888, S. 492.

Zur quantitativen Bestimmung sind 20 g Wurstmasse wie unter „Stärke“ Seite 191 angegeben, zu invertieren, heiss zu filtrieren, durch Fällen mit Bleiacetatlösung von Eiweiss und Leim, dann durch Fällen mit Natriumkarbonatlösung von überschüssigem Blei zu befreien und mit Fehlingscher Lösung zu titrieren. Ebenso ist die Wasserbestimmung in Durchschnittsproben von 20 g auszuführen.

Fleischpulver

Fleischpulver ist von Fett und Sehnen befreites, getrocknetes und gestossenes Fleisch, das in neuerer Zeit allein oder mit diätetischen Mitteln gemengt, in den Handel kommt.

Fleischextrakt

Fleischextrakt ist eingedickte, von Fett befreite Fleischbrühe und besteht hauptsächlich aus

Fleischalkaloiden (stickstoffhaltig)	60 %,
Mineralstoffen	20 „
Wasser	20 „

ist also nur Genuss- und nicht Nahrungsmittel. Gegenwärtig kommen auch flüssige Fleischextrakte mit 50—60 % Wassergehalt in den Handel. Die zur Untersuchung des Fleischextraktes gebräuchlichen Methoden hat R. Sendtner beschrieben.*)

Peptone

Ausserdem kommen noch Verdauungsprodukte des Fleisches als Peptone in den Handel, meist aber nur als diätetische Mittel für Kranke.

Litteratur:

Gerlach: Die Fleischkost d. Menschen. Berlin 1875.
Schmidt-Mülheim: Handbuch der Fleischkunde. Berlin 1884. 6 M.
„ „ Der Verkehr mit Fleisch und Fleischwaaren. Berlin 1887.

*) Archiv für Hygiene I. S. 511 u. 1887 S. 253.

Mahlprodukte und vegetabilische Nahrungsmittel.

Die Früchte der Cerealien bilden als Mehl und Brot, jene der Leguminosen als Gemüse wichtige Nahrungsmittel. Der Hauptbestandteil dieser Früchte ist Stärkemehl, ausserdem enthalten sie Wasser, Fett, Stickstoffsubstanzen und Mineralstoffe.

Die Cerealien bedürfen einer eigenen Zubereitung, durch welche die nichtverdaulichen, cellulosereichen Hülsen- und Schalenteile der Getreidefrucht entfernt und die Mehlkörper zerkleinert werden.

Der Mahlprozess liefert die verschiedenen Mehlsorten, von denen Weizen- und Roggenmehle die grösste Bedeutung haben. Man unterscheidet Zwischenprodukte (Graupen, Gries, Schrot) von den eigentlichen, nach Feinheit und Farbe nummerierten Mehlen und den Abfallprodukten (Ausreuter, Kleie.) Mehle

Die Mehle besitzen je nach der Feinheit eine völlig weisse bis schwarzgraue oder rötliche Farbe, welche man am besten erkennt, wenn man die Mehle auf blaues Glanzpapier nebeneinander schüttet.

Mehl darf weder feucht sein, noch einen dumpfen, modrigen, kratzenden oder fauligen Geruch und Geschmack haben, noch lebende Tiere (Milben, Älchen) oder Pilze und Bakterien enthalten. Schlechtes Mehl kennzeichnet sich durch Bildung von Klumpen, wenn man es in den Händen ballt, wobei gutes Mehl sofort wieder auseinander fällt.

Mehl kann gesundheitsschädlich werden durch Gegenwart von Unkrautsamen, hauptsächlich Kornrade, Taumellolch oder Mutterkorn, oder von Pilzen (Schmier- oder Flugbrand). Die Untersuchung wird auf mikroskopischem Wege ausgeführt. Unkrautsamen

Vorprüfung nach Vogl: Man versetzt etwa 2 g des Mehles in einem Reagensglas mit 10 ccm eines salzsäurehaltigen Alkohols (70 ccm absol. Alkohol, 30 ccm

Wasser, 5 ccm Salzsäure), erwärmt gelinde, schüttelt gut und beobachtet die Farbe.

Bei Gegenwart von Mutterkorn (Secale cornutum) ist der Alkohol rötlich bis violett, bei Gegenwart von Taumellolch (Lolium temulentum) oder Kornrade (Agrostemma githago) orangerot bis gelb, bei Gegenwart anderer Unkräuter, wie Rinanthus, Wicken u. s. w., grünlich.

Fälschungen des Mehles werden, obwohl selten, mit weissen Mineralsubstanzen, Schwerspat, Gyps, kohlensaurem Kalk, ausgeführt; diese Fälschungen lassen sich jedoch durch eine Aschenbestimmung sicher nachweisen, die man mit 10 g Mehl ausführt.

Mehl enthält nicht über 2 % Gesamtasche, Weizenmehl meist 0.5—1.0 %, Roggenmehl bis 2 %, hierin sind 0.2 % Sand eingeschlossen. Die Bestimmung des Sandes führt man aus, wie unter „Genussmittel" angegeben.

Weitere Fälschungen werden vorgenommen durch Vermengung wertvollerer Mehle mit minderwertigen. Zur Unterscheidung kann man sich nur der mikroskopischen Untersuchung bedienen, welche die Mehle nach der Form der Stärkekörner, sowie der nie ganz fehlenden Fragmente der Samen- und Fruchthaut unterscheidet.

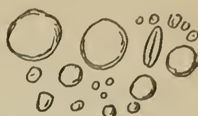
Stärkekörner Für gewöhnlich genügt die Untersuchung der Stärkekörner, wozu man etwas Mehl mit Wasser anrührt, auf einen Objektträger bringt und bei 300facher Vergrösserung untersucht.

Man unterscheidet folgende wichtigste Formen:

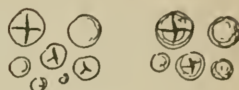
Tafel II.

1. Stärkekörner einfach.

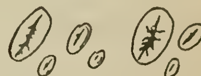
a) Meist kreisrund, mit konzentrischer schwacher Schichtung, von äusserst verschiedener Grösse: Weizen



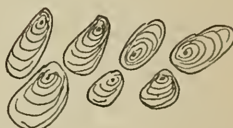
b) Wie a, aber häufig mit zentralem Spalt oder Kreuz: Roggen; stärker geschichtet: Gerste.



c) Elliptisch, mit konzentrischer Schichtung und starkem, querrissigem Längsspalt, verschieden gross: Leguminosen.



d) Elliptisch, mit exzentrischer, deutlicher Schichtung, ohne Risse: Kartoffel (Maranta).



2. Stärkekörner zusammengesetzt (Teilkörner).

a) Teilkörnchen, klein, scharfkantig, ohne Kernhöhle (Spindelformen): Hafer.



b) Wie a, aber mit deutlicher Kernhöhle: Reis.



c) Wie b, aber bedeutend grösser: Mais.



d) Körnchen, rundlich, mit deutlicher Kernhöhle, oft kettenförmig aneinanderhängend, sehr klein: Buchweizen.



Weitere mikroskopische Unterscheidungsmerkmale der Mehle, sowie der Unkräuter sind gegeben in: Schimper, Anleitg. z. mikr. Untersuch. der Nahr.- u. Genussm. Jena 1886; Möller, Mikrosk. der Nahr.- u. Genussm. a. d. Pflanzenreich. Berlin 1886; Dammer, Lexikon der Verfälschungen. Leipzig 1887.

Die Mahlprodukte werden vor dem Genuss einer weiteren Zubereitung unterworfen, welche teils nur eine Umänderung des Stärkemehls in leichter resorbierbare Formen (Dextrin, Zucker), hauptsächlich aber eine den Verdauungssäften zugänglichere Form bezweckt.

Brot

Dies geschiet durch das Backen. Das Mehl wird mit Wasser, Hefe und Salz angerührt, macht einen Gährungsprozess durch, wobei sich der „Teig" durch die gebildete Kohlensäure lockert und wird dann gebacken, wodurch das Stärkemehl teilweise in Dextrin und Zucker umgewandelt wird. Das erhaltene Produkt, das Brot, besteht aus einer gebräunten, dextrinreichen Rinde und einer lockeren, mit feinen Blasen durchsetzten, stärkehaltigen Krume.

Die Zusammensetzung von Mehl und Brot ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung (nach König):

	Weizen*)		Roggen*)	
	Mehl	Brot	Mehl	Brot
Wasser	13.34	35.51	14.00	42.27
Stickstoffsubstanz	10.08	7.06	10.21	6.11
Fett	0.94	0.46	1.64	0.43
Zucker	2.35	4.02	…	2.31
Dextrin }	…	…	73.54	
Stärke }	69.44	52.56	…	46.94
Holzfaser	0.31	0.32	0.64	0.49
Asche	0.48	1.09	0.98	1.46

*) Die angeführten Analysen sind nicht mit frischem, neugebackenem Brot angestellt. Solches besitzt meist rund 50 % Wasser.

Brot wird gesundheitschädlich bei:

a) fehlerhafter Herstellung, hauptsächlich durch Verwendung von schlecht gegangenem Teig, wodurch unverdauliche Produkte entstehen,

b) Verwendung giftiger Zusätze und Treibmittel, wie Kupfervitriol, Alaun u. s. w.

c) Verwendung von Mehl, das Unkrautsamen enthält.

Die Untersuchung des Brotes erfolgt nach den allgemeinen Methoden. Giftige Metalle werden durch Kochen der Asche mit Natriumkarbonatlösung, Filtrieren und Auflösen des Unlöslichen in heisser Salpetersäure und Behandeln der filtrierten saueren Lösung mit Schwefelwasserstoff ausgefällt und dann weiter untersucht. (Siehe Gebrauchsgegenstände.)

Unkrautsamen werden durch mikroskopische Untersuchung nachgewiesen.

Dem Brot anzureihen sind die Back- und Konditorwaren, welche unter Verwendung von Mehl, Wasser, Zucker, Eiern und Milch hergestellt und verschiedenartig parfümiert und gefärbt werden. Die Untersuchung hat sich hier lediglich auf eine Prüfung auf giftige Farbstoffe zu erstrecken. (Siehe Gebrauchsgegenstände.) Back- und Konditorwaren

Durch sonstige vegetabilische Nahrungsmittel, Wurzeln, Blätter, Früchte, Samen, welche als Gemüse, Salat, Obst etc. verwendet werden, dürften Gesundheitsschädigungen nur dann zu erwarten sein, wenn diese Gegenstände in verdorbenem oder verfaultem Zustande, oder auch in unreifem Zustande in Gebrauch kommen, und kann meistens schon der äussere Augenschein über deren Zulässigkeit entscheiden. Vegetabilische Nahrungsmittel

Kartoffel werden häufig in unreifem Zustande verkauft, sie sind dann von geringerem Nährwert, unverdaulich und gesundheitsschädlich. Sie besitzen ein niedrigeres spezifisches Gewicht, als völlig reife und kann man aus dem spezifischen Gewicht den Gehalt an Stärkemehl und Wasser Kartoffel

aus einer von Behrend, Märker und Morgen berechneten Tabelle entnehmen.

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes reinigt man die Kartoffel mit Wasser und Bürste gut von anhängender Erde, trocknet sie äusserlich gut ab und wägt sie auf 0.1 g genau ab.

Die Bestimmung des Volumens führt man ebenso aus wie bei Boden Seite 115. Aus Gewicht und Volumen berechnet man dann das spezifische Gewicht. Eine von Reimann konstruierte Wage gestattet diese Bestimmung direkt vorzunehmen.

Schwämme

Der Genuss giftiger Schwämme hat schon häufig Erkrankungen, oft mit tötlichem Ausgang verursacht. Zur Erkennung giftiger Schwämme giebt es zur Zeit keinerlei chemische Methoden oder Vorproben; man ist daher lediglich auf die Erfahrung angewiesen. Jedenfalls empfiehlt es sich, die Schwämme vor der Ingebrauchnahme mit heissem Wasser abzubrühen, das Wasser abzugiessen und die Schwämme mit kaltem Wasser nachzuwaschen.

Aus einigen vegetabilischen Rohmaterialien werden die wertvollen Hauptbestandteile auf grossindustriellem Wege rein dargestellt.

Stärkemehl

Aus stärkehaltigen Materialien, insbesondere Kartoffeln, Reis, Manihot, Mais etc., wird das Stärkemehl rein dargestellt und gelangt teils zu technischen Zwecken, teils als Nahrungsmittel (Maizena, Arowroot) in den Handel.

Stärkemehl soll nicht über 0.5 % Asche enthalten; eine Verfälschung mit minderwertigen Mehlen ergiebt sich aus der mikroskopischen Untersuchung der Stärkekörnchen.

Zucker

Zucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$ [Sacharose]) wird gegenwärtig hauptsächlich aus Zuckerrüben (Beta altissima) und dem Zuckerrohr (Sacharum offic.) gewonnen und kommt in Hut-, Stück-, Würfel- und Pulverform in Handel. Zum Weissfärben von gelblichem Zucker dient Ultramarin, das, im Übermass zugesetzt, dem Zucker einen bläulichen Schein erteilt. Ein hygienisches Bedenken ist hiegegen

nicht zu erheben. Häufig kommt auch schlecht süssender Zucker mit viel Kalksacharat vor, eine Aschenbestimmung giebt hier sicheren Aufschluss, indem reiner Zucker nie über 2,5% Asche enthält.

Staubzucker wird manchmal mit Mehl versetzt, löst sich dann nicht klar in Wasser und färbt sich mit Jodtinktur blau.

Falls der Zucker mittelst „Barytverfahrens" hergestellt ist, ist das Vorkommen giftiger Barytsalze im Zucker, insbesondere in den unreinen Sorten (Farinzucker) nicht ausgeschlossen.

Traubenzucker (Dextrose, $C_6H_{12}O_6$) wird gegenwärtig nur mehr künstlich dargestellt durch Erhitzen von stärke- oder cellulosehaltigen Materialien mit Schwefelsäure, Ausfällen der letzteren mit Kalk oder Baryt und Reinigen des erhaltenen Syrups. Er gelangt als Syrup, in amorphen Stücken und krystallisiert in den Handel.

Unreiner Traubenzucker kann viel schwefelsaure Salze und Zwischenprodukte der Invertierung (Dextrine) enthalten. Diese letzteren besitzen an und für sich nach neueren Untersuchungen keine gesundheitsschädlichen Wirkungen, wie sie ihnen früher zugeschrieben wurden, dagegen entsteht bei der Gärung solch unreinen Traubenzuckers viel Fuselöl, das den Gärungsprodukten gesundheitsschädliche Eigenschaften erteilt.

Malzzucker (Maltose, $C_{12}H_{22}O_{11}$) wird gegenwärtig technisch aus Mais durch Einwirkung von Malzaufgüssen unter Hochdruck hergestellt.

Anhang:

Honig, ein Sekret der Bienen, ist ein Gemenge von Trauben- und Fruchtzucker; verdirbt durch Gärung und Säuerung und wird häufig mit Stärke- oder Maltosesyrup verfälscht. Honig

Zur Untersuchung bereitet man eine Lösung von 30 g Honig und 60 g Wasser. Das spezifische Gewicht

dieser Lösung muss mindestens 1.1111 bei 15° C. sein, andernfalls ist der Honig mit Wasser verfälscht.

50 ccm der Lösung werden mit 3 ccm Bleiacetatlösung und 2 ccm Natriumkarbonatlösung vermischt und filtriert. Das Filtrat muss im 220 mm Rohr des Wildschen Polaristrobometers mindestens — 6° 30′ (links) drehen, andernfalls ist der Honig einer Fälschung verdächtig. Es kommen jedoch auch rechtsdrehende natürliche Honige vor, die Erkennung einer Fälschung mit Syrup ist daher sehr schwierig.

Öle — Vegetabilische Fette und Öle werden von verschiedenen Früchten durch Auspressen oder Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff gewonnen, so von Oliven, Wallnüssen, Mandeln, Kokosnüssen, Baumwollsamen, Sesamum orientale u. s. w.

Ueber Methoden zur Unterscheidung und Untersuchung der Öle giebt das Werk von R. Benedikt: Analyse der Fette und Wachsarten, Berlin 1886, eingehenden Aufschluss. Wesentliche Gesundheitsschädigungen dürften von den gebräuchlichen Ölen, auch wenn sie verdorben oder ranzig sind, nicht zu erwarten sein.

Litteratur:

K. Birnbaum: Das Brotbacken. Braunschweig 1878.

Die Gärungsprodukte.

Durch die Lebensthätigkeit von Sprosspilzen, den verschiedenen Hefearten (Sacharomyces), wird Zucker in wässeriger Lösung von einer bestimmten Konzentration in Alkohol und Kohlensäure unter gleichzeitiger Bildung gewisser Nebenprodukte (Glycerin, Milch- und Bernsteinsäure, Ätherarten) zersetzt. Auf diesem Vorgange beruhen die Gärungsgewerbe, Herstellung von Bier, Wein und Branntwein.

Bier.

Zur Herstellung des Bieres, das als gegorenes und noch in Gärung befindliches Getränke zu bezeichnen ist, dürfen in Bayern laut Art. 7 des Malzaufschlagsgesetzes vom 16. Mai 1868 und dem Landtagsabschied vom 10. November 1861 nur Gerstenmalz (Weizenmalz), Hopfen, Hefe und Wasser verwendet werden; in den übrigen deutschen Staaten ist bisher auch die Verwendung von nicht gesundheitsschädlichen Surrogaten für Gerstenmalz gestattet. Bier

Die Herstellung des Bieres zerfällt in folgende Abschnitte:

1. die Malzbereitung. Gerste (Weizen) wird in Wasser eingeweicht und dann zum Keimen gebracht. Aus den unlöslichen Stickstoffsubstanzen der Gerste (des Weizens) bildet sich ein chemisches Ferment, die Diastase, das in Wasser löslich ist und seinerseits das Stärkemehl in Zucker (Maltose) umwandelt. Die gekeimte Gerste (Weizen) [Grünmalz] wird dann auf der Darre gedarrt, d. h. getrocknet und mehr oder weniger geröstet [Darrmalz] oder auch ganz gebräunt [Farbmalz]. Malz Diastase

2. Die Würzebereitung. Das Malz wird geschrotet, mit Wasser gemischt und unter Anwendung von Wärme und Kochung extrahiert und verzuckert. Die Verfahren zur Würzebereitung unterscheidet man in das Dekoktions- oder Kochverfahren und das Infusions- oder Aufgussverfahren. Die Maische bleibt in Ruhe, bis die Reste des Kornes, die Treber, sich abgesetzt haben, die abgezogene Flüssigkeit, die Würze, ist eine Lösung von Malzzucker mit den anderen löslichen Stoffen aus dem Malze.

Die Würze wird nun mit Hopfen gekocht, wobei Hopfenbestandteile sich auflösen, eiweissartige Körper hingegen sich abscheiden und wird dann auf Kühlschiffen abgekühlt. Nach Abscheidung der suspendierten Stoffe Würze

(Kühlgeläger) stellt die gehopfte Würze (oft kurzweg Bier genannt) eine klare Lösung von Malzzucker, Dextrin, Eiweisstoffen, Peptonen und Amiden, harzigen Stoffen, ätherischen und fetten Ölen aus dem Hopfen und Malze, färbenden und Bitterstoffen und Salzen dar.

Würze-konzentration

Den prozentischen Gehalt der Würze an gelösten Stoffen nennt man Würzekonzentration.

Gärung

3. Die Gärung. Die Würze wird mit Hefe „angestellt“ und auf die Gärbottiche verteilt; durch die Thätigkeit der Hefe wird der grösste Teil der Maltose in Alkohol und Kohlensäure zersetzt, gleichzeitig bilden sich Gärungsnebenprodukte. Man unterscheidet Unter- (Braunbier) und Obergärung (Weissbier), ferner die Hauptgärung, welche auf den Bottichen in 8—14 Tagen verläuft und „Grün- oder Jungbier“ liefert, und die „Nachgärung“, welche auf den Fässern bis zum Konsum vor sich geht.

(In Belgien stellt man Biere durch Selbstgärung her.)

Lagerung

Die Fässer bleiben bei der Nachgärung, Lagerung, anfangs offen, dann aber verschlossen (Spunden), so dass sich Kohlensäure ansammelt und das Bier schäumend, frisch und wohlschmeckend macht und gleichzeitig konserviert. Der Rest der Hefe scheidet sich als „Fassgeläger“ ab.

Zusammen-setzung

Die qualitative Zusammensetzung der Biere ist folgende: Wasser, Alkohol, Kohlensäure, Maltose, Dextrin, Eiweissstoffe, Peptone, Mineralstoffe, ätherische und Hopfenbitterstoffe, Milchsäure, Bernsteinsäure, Glycerin. Die quantitative Zusammensetzung ist eine sehr verschiedene, im allgemeinen können folgende Mittelzahlen als massgebend angesehen werden.

Tabelle XIII.

In 100 Gramm	Schenk-bier	Lager-bier	Bock und Export-bier	Porter Ale	Weiss-bier
Wasser	91.81	90.71	88.72	88.52	90.81
Kohlensäure . .	0.83	0.22	0.24	0.21	
Alkohol	3.206	3.679	4.066	5.164	3.57
Extrakt	4.988	5.612	7.227	6.321	5.62
Eiweisstoffe .	0.811	0.491	0.710	0.730	0.38
Maltose . .	0.442	0.872	0.900	0.884	1.53
Dextrin . .	2.924	4.390	—	—	2.64
Milchsäure .	0.116	0.128	0.166	0.325	0.171
Glycerin . .	0.202	0.218	—	—	
Mineralstoffe	0.200	0.223	0.267	0.273	0.112
Würzekonzentration	11.40	13.37	15.36	16.65	12.49

Das Bier unterliegt sehr leicht Veränderungen teils während der Herstellung, teils beim Lagern. Insbesondere verdirbt das Bier bei Verwendung schlechter Rohmaterialien (wozu auch die Hefe gerechnet werden muss), und bei Unreinlichkeit bei der Herstellung oder zu hoher Temperatur beim Lagern, es entwickeln sich dann die sog. wilden oder Flughefen, welche eine anormale Gärung verursachen und Bakterien, welche Milch- oder Essigsäuerung oder Trübung des Bieres bewirken. Auch durch sonstige Umstände oder Fehler im Braubetrieb kann das Bier trüb werden, ohne dass jedoch Mikro-Organismen die Ursache wären. Veränderungen

So entsteht die Kleister- (Stärke-) Trübung bei ungenügender Verzuckerung des Malzes, Harztrübung unter noch nicht aufgeklärten Bedingungen, endlich

Eiweisstrübung bei Verwendung von schlechtem Malz, oder durch nicht genügende Sorgfalt beim Maischprozess, oder plötzliche starke Abkühlung.

Bei zu hoher Temperatur und zu baldiger Spundung treibt die bereits abgeschiedene Hefe neuerdings das Bier, „das Bier steht auf"; bei hoher Temperatur und ungenügender Spundung verliert das Bier seine Kohlensäure, es wird schal.

Verfälschungen

Gefälscht wird das Bier durch Zusatz fremder, nicht erlaubter Stoffe; so insbesondere durch Verwendung von Malz- oder Hopfensurrogaten, von Konservierungsmitteln, von Mineralsubstanzen, welche teils die Kohlensäure neu entwickeln, teils die Phosphorsäure des Malzes ersetzen sollen u. s. w.

Untersuchung des Bieres.

a) Entnahme einer Bierprobe.

Probenahme

Zur Aufnahme des Bieres dienen gut gereinigte, dunkle, undurchsichtige Glasflaschen, zum Verschluss derselben neue ausgekochte Korke. Die Flaschen sind mit heisser Lauge, dann so oft mit Wasser auszuspülen, bis das ablaufende Wasser rotes Lakmuspapier nicht mehr verändert, bis also alle Lauge sicher wieder ausgewaschen ist. Man lässt das Wasser dann gut austropfen und füllt das Bier ein. Die Flasche wird bis auf etwa 20 ccm vollgefüllt, verkorkt und der Kork durch Umschnürung und Siegel befestigt.

Auf die Flasche klebt man eine Etikette, welche Tag und Stunde der Entnahme, die Bezeichnung der Räumlichkeit, Fassnummer und Fassinhalt, den Namen des Wirtes und der Brauerei und kurze Notizen über die äussere Beschaffenheit des Bieres trägt.

Die Untersuchung des Bieres muss der Probenahme möglichst rasch folgen, die Aufbewahrung inzwischen geschieht am besten über Eis.

b) Äussere Eigenschaften.

Man beachtet, ob das Bier klar oder trüb ist, ob es einen Bodensatz besitzt, ob es schal oder sauer ist u. s. w. Äussere Eigenschaften

Die Untersuchung der Trübung und des Bodensatzes erfolgt mikroskopisch bei 300facher Vergrösserung, eventuell ist eine bakteriologische Untersuchung anzureihen. Die Trübung durch normale Bierhefe ist hiebei nicht mit der durch wilde Hefe, Bakterien oder Essigpilze zu verwechseln.*) Trübung

Ausser hefen- oder bakterientrübem Bier kommt auch noch kleister- oder eiweisstrübes Bier vor, unter dem Mikroskop finden sich dann amorphe Massen.

Kleistertrübes Bier färbt sich mit Jodtinktur rot oder blau, welche Erscheinung übrigens auch nicht trübes, jedoch Zwischenprodukte von Dextrin und Stärke (Erythrodextrin) enthaltendes Bier zeigen kann; eiweisstrübes Bier klärt sich beim Erwärmen.

Im Bodensatz von Neigebier oder aus zusammengegossenen Bierresten finden sich Pech und Reste von Fasern, organischen vegetabilischen Stoffen, von Speisen u. s. w.

c) Chemische Bestandteile.

Zur Bestimmung der chemischen Bestandteile wird das Bier geschüttelt und filtriert, um es von Kohlensäure und suspendierten Stoffen zu befreien. Alle Bestandteile werden in g in 100 g Bier angegeben. Chemische Bestandteile

1. Spezifisches Gewicht. Dasselbe wird mittelst der Westphalschen Wage bei 15° C gemessen. Spezifisches Gewicht

2. Extrakt. In einem tarierten Becherglas werden 100 g Bier genau abgewogen, das Becherglas wird auf eine Asbestplatte gestellt und das Bier unter Vermeidung Extrakt

---

*) Jörgenssen. Die Mikro-Organismen der Gährungsindustrie. 1886 und Aubry, Bericht über die V. Versammlung bayr. Chemiker. Berlin 1887. Seite 12.

des Kochens auf etwa 30 ccm eingedampft, wodurch der Alkohol völlig verjagt wird. Die noch heisse Flüssigkeit wird mit 50 ccm Wasser versetzt und nach dem völligen Erkalten mit Wasser wieder auf das ursprüngliche Gewicht gebracht und gut durchmischt.

Man hat jetzt eine alkoholfreie Extraktlösung, deren spezifisches Gewicht man bei 15° C mittelst der Westphalschen Wage bestimmt.

Aus der Tabelle von Schultze-Ostermann (XIV) entnimmt man dann den dem spezifischen Gewichte entsprechenden Extraktgehalt des Bieres.

Beispiel: 100 g Bier eingedampft auf 30 ccm und wieder auf 100 g aufgefällt, ergaben eine Extraktlösung mit dem spezifischem Gewicht 1.0286 bei 15° C.

Der Extraktgehalt des Bieres ist sonach 7.36 g in 100 g.

Alkohol

3. Alkohol. a) indirekt. Wenn man das spezifische Gewicht des Bieres und der Extraktlösung kennt, so kann man daraus das specifische Gewicht einer (gedachten) Alkohollösung von gleichem Volumen berechnen.

Man addiert zum spezifischen Gewicht des Bieres 1.0000 und subtrahiert von der Summe das spezifische Gewicht der Extraktlösung.

Man erhält dadurch das spezifische Gewicht der Alkohollösung und entnimmt aus der Holznerschen Tabelle (XV) den entsprechenden Alkoholgehalt.

Beispiel:

Spezifisches Gewicht des Bieres 1.0219,
" " der Extraktlösung . 1.0286.

$$(1.0219 + 1.0000) - 1.0286 = 0.9933.$$

Diesem spezifischen Gewicht entspricht nach Holzner ein Alkoholgehalt von 3.72 g in 100 g Bier.

Tabelle XIV.

Extrakt-Tabelle

nach Schultze-Ostermann.

100 g Bier enthalten g Extrakt.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.011	.	.	.	.	.	3.00	3.03	3.06	3.08	3.11
2	3.13	3.16	3.18	3.21	3.24	3.26	3.29	3.31	3.34	3.37
3	3.39	3.42	3.44	3.47	3.49	3.52	3.55	3.57	3.60	3.62
4	3.65	3.67	3.70	3.73	3.75	3.78	3.80	3.83	3.86	3.88
5	3.91	3.93	3.96	3.98	4.01	4.04	4.06	4.09	4.11	4.14
6	4.16	4.19	4.21	4.24	4.27	4.29	4.32	4.34	4.37	4.39
7	4.42	4.44	4.47	4.50	4.52	4.55	4.57	4.60	4.62	4.65
8	4.67	4.70	4.73	4.75	4.78	4.80	4.83	4.85	4.88	4.90
9	4.93	4.96	4.98	5.01	5.03	5.06	5.08	5.11	5.13	5.16
1.020	5.19	5.21	5.24	5.26	5.29	5.31	5.34	5.36	5.39	5.41
1	5.44	5.47	5.49	5.52	5.54	5.57	5.59	5.62	5.64	5.67
2	5.69	5.72	5.74	5.77	5.80	5.82	5.85	5.87	5.90	5.92
3	5.95	5.97	6.00	6.02	6.05	6.08	6.10	6.13	6.15	6.18
4	6.20	6.23	6.25	6.28	6.30	6.33	6.35	6.38	6.40	6.43
5	6.45	6.48	6.50	6.53	6.55	6.58	6.61	6.63	6.66	6.68
6	6.71	6.73	6.76	6.78	6.81	6.83	6.86	6.88	6.91	6.93
7	6.96	6.98	7.01	7.03	7.06	7.08	7.11	7.13	7.16	7.18
8	7.21	7.24	7.26	7.29	7.31	7.34	7.36	7.39	7.41	7.44
9	7.46	7.49	7.51	7.54	7.56	7.59	7.61	7.64	7.66	7.69
1.030	7.71	7.74	7.76	7.79	7.81	7.84	7.86	7.89	7.91	7.94
1	7.99	8.01	8.04	8.06	8.09	8.11	8.14	8.16	8.19	8.21

Tabelle XV.

Alkohol - Tabelle

nach Holzner.

100 g Bier enthalten g Alkohol.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0.997	1.12	1.17	1.22	1.28	1.33	1.38	1.44	1.49	1.54	1.60
6	1.65	1.71	1.77	1.82	1.88	1.94	2.00	2.05	2.11	2.17
5	2.22	2.28	2.34	2.40	2.45	2.51	2.57	2.62	2.68	2.74
4	2.80	2.85	2.91	2.97	3.03	3.08	3.14	3.20	3.26	3.31
3	3.37	3.43	3.49	3.54	3.60	3.66	3.72	3.77	3.83	3.89
2	3.95	4.00	4.07	4.13	4.19	4.25	4.31	4.37	4.44	4.50
1	4.56	4.62	4.69	4.75	4.81	4.87	4.93	5.00	5.06	5.12
0	5.18	5.25	5.31	5.37	5.43	5.49	5.56	5.62	5.69	5.75
0.989	5.82	5.89	5.96	6.02	6.09	6.16	6.23	6.29	6.36	6.43
8	6.50	6.57	6.63	6.70	6.77	6.84	6.90	6.97	7.04	7.11

b) Direkt. 75 g Bier werden bis auf 25 ccm abdestilliert, das Destillat wird in einem Piknometer*) aufgefangen, gut durchmischt und aus den bekannten Daten das spezifische Gewicht des Destillates und dessen prozentischer Alkoholgehalt berechnet. Die Alkoholmenge wird dann auf die Menge des Destillates und auf 100 g Bier umgerechnet.

Um das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit mittelst eines Piknometers zu bestimmen, hat man das Piknometer

1. leer und vollkommen trocken,
2. mit destilliertem Wasser von 15° C Temperatur bis genau an die Marke gefüllt,
3. mit der Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht bestimmt werden soll, bei 15° C Temperatur bis genau zur Marke gefüllt,

zu wägen.

---

*) Preis bei J. Greiner. 50 ccm Inhalt ℳ 2.50—3.50, Trichter dazu ℳ 0.30.

Zieht man von dem in den Wägungen 2 und 3 gefundenen Gewicht das Gewicht des Piknometers (1) ab, so erhält man die Gewichte gleicher Volumen destillierten Wassers und der zu untersuchenden Flüssigkeit. Man dividiert dann das Gewicht der Flüssigkeit durch das Gewicht des gleichen Volumens destillierten Wassers und erhält das spezifische Gewicht der zu untersuchenden Flüssigkeit.

Zum Beispiel: 75 g Bier destilliert:

Piknometer mit Destillat . .	72.045 g
„ leer	22.590 g
Destillat	49.455 g
Dasselbe Volumen Wasser wägt	50.043

also spezifisches Gewicht des Destillates $= \frac{49.455}{50.043} = 0.9883$.

In 100 g des Destillates sind nach Holzner 6.90 g Alkohol enthalten, man hat somit den Ansatz:

$$100 : 6.90 = 49.455 : x, \quad \text{woraus } x = \frac{6.90 \times 49.455}{100} = 3.412,$$

d. h. 49.455 g Destillat oder 75 g Bier enthalten 3.412 g Alkohol.

Nach dem Ansatz

$$75 : 100 = 3.412 : y, \quad \text{woraus } y = \frac{100 \times 3.412}{75} = 4.55$$

erhält man dann den Gehalt des Bieres an Alkohol in Prozenten, d. h. 100 g Bier enthalten 4.55 g Alkohol.

4. Säuregrad oder Acidität. 50 g Bier werden zur Vertreibung der letzten Kohlensäurereste auf 40 °C erwärmt und dann mit 1/10 Normalnatron mittelst Tüpfelmethode auf rotes Lakmuspapier titriert. Acidität

Man nimmt nämlich, nachdem man das Bier nach jedem Zulauf von je 5 Tropfen 1/10 Natronlauge mit einem Glasstab gut durchmischt hat, mittelst des Glasstabes einen Tropfen heraus und bringt ihn auf neutrales Lakmuspapier. Die Flüssigkeit durchdringt das Papier an der Peripherie des Tropfens und ruft dort eine konzentriertere Wirkung hervor. Man setzt so lange 1/10 Natronlauge zu, bis die Peripherie des Tropfens deutlich blau ist.

Man berechnet den Verbrauch an 1/10 Normalalkali auf 100 g Bier durch Multiplikation mit 2 und dividiert mit 10, weil man die Acidität in ccm Normalalkali (und nicht 1/10 Normalalkali) pro 100 g Bier angiebt, z. B.:

50 g Bier brauchten 3.8 ccm $^1/_{10}$ Normalnatron,
also 100 g $2 \times 3.8 = 7.6$ „ „ „
oder $7.6 : 10 = 0.76$ ccm Normalnatron,
d. h. die Acidität des Bieres (dessen Säuregrad) war gleich der von 0.76 ccm Normalalkali.

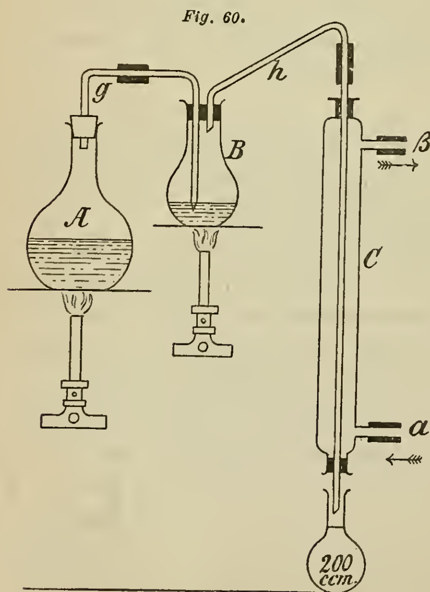
Milchsäure In Analysen giebt man statt der Acidität häufig die Menge der Milchsäure an; um diese zu finden, multipliziert man die Acidität mit 0.09.

Essigsäure In verdorbenem Bier tritt neben Milchsäure Essigsäure auf. Zur Bestimmung derselben werden von 50 g Bier im Wasserdampfstrome 200 ccm Destillat hergestellt und letzteres mit $^1/_{10}$ Natronlauge und Phenolphtaleïn titriert. Die Berechnung erfolgt auf 100 g Bier und ccm Normalalkali oder auf Essigsäure.

1 ccm Normalalkali = 0.060 g Essigsäure.

Man stellt sich den von Landmann angegebenen Destillationsapparat in folgender Weise zusammen:

Fig. 60.



Ein Kolben *A* von 400 ccm Inhalt wird mit 300 ccm destilliertem Wasser beschickt, von demselben führt ein Glasrohr *g* in einen kleineren Kolben *B* von 150 ccm Inhalt, welcher 50 ccm Bier und eine Messerspitze voll Tannin zur Verhütung des Schäumens enthält.

Durch den doppelt durchbohrten

Pfropfen von *B* geht die Röhre *g* bis fast auf den Boden von *B* und ist dort verengt, ein unter dem Stopfen abschneidendes Glasrohr *h* ist 6 mm weit, anfangs aufsteigend und dann mit einem Kühler *C* verbunden.

Als Vorlage dient ein 200 ccm Kölbchen.

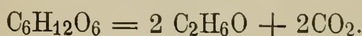
Man bringt das Wasser in *A* in heftiges Kochen und erhitzt gleichzeitig das Bier in *B*; sowie die Wasserdämpfe mit grosser Gewalt das Bier durchströmen, mässigt man die Flamme unter *B*.

Das Erhitzen ist auf freiem Feuer, lediglich auf Drahtnetzunterlagen, auszuführen..

5. Mineralstoffe. (Asche.) 50 g Bier werden in einer Platinschale auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft, über einer kleinen Flamme verkohlt, völlig weiss gebrannt und nach dem Erkalten im Schwefelsäureexsikator gewogen. Mineralstoffe

6. Würzekonzentration. Die Würzekonzentration giebt an, wieviel Prozent Extrakt die noch nicht vergorene Bierwürze enthielt. Würzekonzentration

Der Zucker der Würze wird durch die Hefe erst invertiert und zerfällt dann bei der Gärung nach folgender Gleichung:



$$C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_6O + 2CO_2.$$

d. h. aus 100 Gewichtsteilen Zucker bilden sich rund
50 Gewichtsteile Alkohol und
50 „ Kohlensäure.

Wenn man daher den Alkoholgehalt des Bieres verdoppelt, so erhält man annähernd die Menge des vergorenen Zuckers.

Der ursprüngliche Extrakt der Würze, die Würzekonzentration *E*, setzt sich zusammen:

1. aus dem noch vorhandenen Extrakt des Bieres $= e$,
2. dem vergorenen Zucker, ausgedrückt durch den doppelten Alkoholgehalt des Bieres . . . $= 2a$,

also $E = 2a + e$.

Beispiel:

Alkoholgehalt eines Bieres = 3.72 g in 100 g,
Extraktgehalt „ „ = 7.36 g „ 100 g.

Der vergorene Zucker ist dann gleich 2 × 3.72 g, also

$$E = 2 \times 3.72 + 7.36$$
$$= 7.440 + 7.36$$
$$= 14.80\ \%.$$

Die ursprüngliche Würzekonzentration war also 14.80 %, d. h. 100 g Würze enthielten 14.80 g Extrakt.

Die genauere Formel, statt $E = 2\,a + e$, ist

$$E = \frac{2.0665 \times a + e}{100 + 1.0665 \times a}\ \%.$$

Wirklicher Vergärungsgrad

7. **Wirklicher Vergärungsgrad.** Der wirkliche Vergärungsgrad giebt an, wieviel Prozent des ursprünglichen Würzeextrakts bereits vergoren sind.

Der vergorene Zucker beträgt, wie unter 6. ausgeführt, $2\,a$ g; man hat also den Ansatz:

	Ursprünglich vorhandener Extrakt	:	vergorenem Zucker	
	E	:	$2\,a$	= 100 : x,
oder	E	:	$E - e$	= 100 : x,

$$\text{also } x = \frac{100 \times 2\,a}{E}\ \%$$
$$= \frac{100\,(E - e)}{E}\ \%.$$

Beispiel:

Alkoholgehalt des Bieres	3.72 g %	$= a$
Extraktgehalt „ „	7.36 g %	$= e$
Würzekonzentration	14.80 g %	$= E$

$$\text{somit } 14.80 : 2 \times 3.72 = 100 : x$$
$$\text{woraus } x = \frac{100 \times 7.44}{14.80}\ \%$$
$$= 50.2\ \%,$$

d. h. von dem ursprünglichen Extrakt der Würze (14.80 %) sind im Bier bereits 50.2 % zu Alkohol und Kohlensäure vergoren.

8. Maltose. 10 ccm Bier werden mit destilliertem Wasser auf 100 ccm verdünnt, gut gemischt, und je 5 ccm hievon in 10 Reagensgläser, die in einem sternförmigen Träger*) aufgestellt sind, gebracht. In die Gläser giebt man ferner Fehlingsche Lösung und zwar wechselnde Mengen; in das erste Glas 1.5 ccm, in das zweite 1.4 ccm u. s. w. in jedes folgende Glas 0.1 ccm weniger. Man mischt die Flüssigkeiten gut durch und stellt dann das Stativ 10 Minuten lang in ein kochendes Wasserbad. Maltose

Die Maltose reduziert die Fehlingsche Lösung zu Kupferoxydul, das sich als roter Niederschlag absetzt, die Flüssigkeit ist, wenn sie zu viel Fehlingsche Lösung enthielt, blau oder grün, wenn sie zu viel Maltose enthielt, gelb gefärbt.

Man sucht nun, indem man das Stativ mit den Gläsern auf weisses Papier stellt, jenes Glas auf, welches weder unzersetzte Fehlingsche Lösung, noch überschüssige Zuckerlösung enthielt, welches also weder grün- noch gelbgefärbte Flüssigkeit zeigt.

Die in diesem Glas enthaltene Menge Fehlingsche Lösung wird eben durch 5 ccm des auf das Zehnfache verdünnten Bieres reduziert. Die zur Reduktion dieser Menge Fehlingscher Lösung nötige Maltosemenge ist aber bekannt, weil 1 ccm Fehlingsche Lösung durch 0.0075 g Maltose reduziert wird, man kann daher den Maltosegehalt des Bieres leicht berechnen.

Die folgende Tabelle giebt bei einem Verbrauch von 0.6—1.5 ccm Fehlingscher Lösung für 5 ccm des auf das 10fache verdünnten Bieres den Maltosegehalt in 100 ccm Bier direkt an:

Tabelle XVI.

ccm Fehlingsche Lösung	g Maltose in 100 ccm	ccm Fehlingsche Lösung	g Maltose	ccm Fehlingsche Lösung	g Maltose
0.6	0.900	0.9	1.350	1.20	1.800
0.65	0.975	0.95	1.425	1.25	1.875
0.7	1.050	1.0	1.500	1.3	1.950
0.75	1.125	1.05	1.575	1.35	2.025
0.8	1.200	1.1	1.650	1.4	2.100
0.85	1.275	1.15	1.725	1.45	2.175
				1.5	2.250

*) Preis komplett bei J. Greiner, München. 16 M, Pipette 3 M.

Zum Beispiel: 10 ccm Bier wurden auf 100 ccm verdünnt und je 5 ccm in Reagensgläser, welche 1.5—0.6 ccm Fehlingsche Lösung enthielten, gegeben.

Nach 10 Minuten langem Stehen im kochenden Wasserbad war die Flüssigkeit im Glas mit

0.8 ccm Fehlingscher Lösung deutlich gelb,
0.9 „ „ „ an der Grenze von gelb und grün,
1.0 „ „ „ deutlich grün.

Somit enthielten 5 ccm des verdünnten Bieres so viel Maltose, dass diese eben 0.9 ccm Fehlingsche Lösung reduzierte.

Nach dem Ansatz $1 : 0.0075 = 0.9 : x$, woraus
$x = 0.00675$ g Maltose werden
0.9 ccm Fehlingsche Lösung durch 0.00675 g Maltose eben reduziert, also enthielten 5 ccm verdünntes Bier 0.00675 g Maltose.

Der Maltosegehalt in 100 ccm Bier ist dann

$$20 \times 0.00675 = 1.350 \text{ g.}$$

Dextrin

9. Dextrin. 50 g Bier werden mit 20 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1.125 und 130 ccm Wasser drei Stunden lang im kochenden Wasserbad invertiert, filtriert, nach dem Erkalten genau mit Natronlauge neutralisiert, auf 500 ccm aufgefüllt und 12 Stunden stehen gelassen.

Man filtriert und titriert das Filtrat gegen Fehlingsche Lösung, wie auf Seite 190 angegeben

Durch die Inversion ist sowohl das Dextrin als auch die Maltose in Dextrose umgewandelt worden, man hat daher die Gesamtdextrose zu vermindern um die aus Maltose gebildete.

Man erfährt letztere, indem man die Menge der Maltose multipliziert mit $\frac{20}{19}$.

Der Rest der Dextrose multipliziert mit 0.9 giebt Dextrin.

Zum Beispiel: 100 g Bier enthielten 1.35 g Maltose. 10 ccm Fehlingsche Lösung wurden durch 8 ccm der nach obiger Vorschrift erhaltenen Dextroselösung reduziert, es enthielten daher 8 ccm 0.05 g Dextrose, somit

500 ccm oder 50 g Bier 3.125 g Dextrose.

Aus 100 g Bier wurden sonach durch die Inversion

$$2 \times 3.125 \text{ g} = 6.250 \text{ g Dextrose gebildet;}$$

hievon treffen auf aus Maltose gebildete Dextrose

$$\frac{20}{19} \times 1.35 \text{ g} = 1.42 \text{ g Dextrose:}$$

somit Gesamtdextrose . . . 6.25 g
Dextrose aus Maltose . 1.42 g

Dextrose aus Dextrin . 4.83 g

In 100 g Bier sind dann 0.9 × 4.83 g = 4.347 g Dextrin enthalten.

10. Glycerin. 50 g Bier werden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbad auf etwa 20 ccm eingedampft, mit 3 g gestossenem Ätzkalk und 5 g Seesand gut verrieben und bis zur völligen Trockne verdampft. Die erhaltene Masse wird zu einem feinen Pulver zerrieben, in eine Papierpatrone gebracht und in den Sendtnerschen Extraktionsapparat gegeben. Glycerin

Man extrahiert 8 Stunden lang mit absolutem Alkohol, wozu man das Kölbchen mit dem Alkohol auf eine Platte aus Asbestpappe, nicht auf ein Wasserbad stellt, dampft dann die Alkohollösung auf etwa 10 ccm ein, versetzt diese mit 25 ccm Äther und lässt die Mischung 12 Stunden lang verschlossen stehen.

Man filtriert dann die Lösung ab, wäscht mit einer Mischung von 1 Teil Alkohol uud 2 Teilen Äther aus, bringt das Filtrat in ein gewogenes Wägegläschen und verdunstet Alkohol und Äther. Den Rückstand trocknet man bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz und wägt ihn nach dem Erkalten über Schwefelsäure als Glycerin.

11. Stickstoffsubstanzen. 50 g Bier werden in einem Kjehldalschen Zersetzungskölbchen auf 25 ccm eingedampft, nach dem Erkalten mit einigen Hefezellen versetzt und bei 30° C vergohren. Die rückständige Flüssigkeit wird nach den Vorschriften auf Seite 185 weiterbehandelt. Stickstoffsubstanzen

12. Kali und Natron. Die Asche aus 100 g Bier wird in verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung abfiltriert, der Rückstand ausgewaschen und das Filtrat mit alkalifreier Barythydratlösung in geringem Überschuss versetzt. Kali und Natron

Der entstehende Niederschlag (Magnesiumhydrat, schwefelsaurer und phosphorsaurer Baryt und phosphorsaurer Kalk) wird abfiltriert, das Filtrat mit Ammonkarbonatlösung im Überschuss und etwas Ammonoxalatlösung versetzt, aufgekocht und der entstehende Niederschlag (Kalk- und Barytkarbonat und Oxalat) abfiltriert.

Das Filtrat wird mit etwas Ammonkarbonat- und Ammonoxalatlösung versetzt und auf dem Wasserbad in einer Platinschale zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird zur Entfernung der Ammonsalze gelinde geglüht, in Wasser gelöst und mit einigen Tropfen Ammonkarbonat- und Ammonoxalatlösung neuerdings zur Trockne verdampft.

Der Rückstand wird wieder in Wasser gelöst, von den jetzt unlöslich bleibenden Resten von Kalk und Magnesia abfiltriert, die Lösung in einer Platinschale zur Trockne verdampft und der Rückstand gelinde geglüht und nach dem Erkalten im Schwefelsäure-Exsikator als Gesamtmenge der Chloralkalien gewogen.

Kali

Man löst dieselben in Wasser, spült die Lösung in eine Porzellanschale, versetzt sie mit überschüssiger Platinchloridlösung und dampft sie auf dem Wasserbad zur völligen Abscheidung des Kaliumplatinchlorids bis zur Sirupdicke ein.

Man übergiesst nun den Rückstand mit Alkohol von 80 Vol.%, wobei der Alkohol sich gelb färben muss, da andernfalls zu wenig Platinchloridlösung zugesetzt worden war, und filtriert das unlöslich bleibende Kaliumplatinchlorid auf einem vorher bei 100° C getrockneten und gewogenen Filter ab, wäscht mit Alkohol von 80% aus, trocknet neuerdings bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz und wägt als Kaliumplatinchlorid.

1 g Kaliumplatinchlorid = 0.193 g Kaliumoxyd (Ka_2O)
(Ka_2PtCl_6) = 0.305 g Kaliumchlorid (KaCl).

Das erhaltene Kaliumplatinchlorid wird auf Kaliumoxyd und Kaliumchlorid umgerechnet.

Natron

Die Menge des letzteren abgezogen von der Gesamtmenge der Chloralkalien giebt das Natriumchlorid, das auf Natriumoxyd umgerechnet wird.

1 g Natriumchlorid = 0.53 g Natriumoxyd.

Beispiel: 100 g Bier gaben 0.285 g Asche.
Die Gesamtmenge der Chloralkalien betrug 0.2036 g
Die Menge des Kaliumplatinchlorids hieraus 0.492 g.

Es entsprechen 0.492 g Kaliumplatinchlorid
$0.492 \times 0.193 = 0.095$ g Kaliumoxyd,
$0.492 \times 0.305 = 0.150$ g Kaliumchlorid.

Gesamtmenge der Chloralkalien	0.2036 g
Kaliumchlorid	0.1500 g
Natriumchlorid	0.0536 g.

Es entsprechen 0.0536 g Natriumchlorid
$0.0536 \times 0.53 = 0.0284$ g Natriumoxyd.

100 g Bier, oder 0.285 g Asche enthalten somit
0.095 g Kaliumoxyd,
0.0284 g Natriumoxyd,

oder in Prozenten der Asche: 100 g Asche enthalten
33.3% Kaliumoxyd,
10.0% Natriumoxyd.

13. Phosphorsäure. Die Asche aus 100 g Bier wird in verdünnter Salpetersäure gelöst, die Lösung auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft, der Rückstand in 50 ccm Wasser und einigen Tropfen Essigsäure gelöst und in ein Becherglas gespült. Phosphorsäure

In dieser Lösung wird die Phosphorsäure massanalytisch mittelst Uranlösung bestimmt.

Man braucht hiezu folgende Lösungen:

1. eine Uranlösung, wovon 1 ccm = 0.005 g P_2O_5 Man löst 32.5 g Uranacetat (Ur_2Ac_3 + 2aq) mit Wasser zu 1000 ccm,
2. eine Natriumacetatlösung: man löst 100 g Natriumacetat in 900 ccm. Wasser und füllt mit Essigsäure vom spezifischen Gewicht 1.04 auf 1000 ccm auf,
3. eine Natriumphosphatlösung zur Titerstellung der Uranlösung. Man löst 10.087 g reines, nicht verwittertes krystallisiertes Natriumphosphat in Wasser zu 1 Liter auf. 1 ccm = 0.002 g P_2O_5

Die Lösung der Bierasche wird mit 5 ccm Kochenilletinktur versetzt und mit Natronlauge eben neutralisiert, worauf man 5 ccm obiger Natriumacetatlösung zusetzt und die Flüssigkeit zum Kochen erhitzt. Man lässt nun unter Umrühren mit einem Glasstab aus einer Bürette solange Uranacetatlösung zur kochenden Flüssigkeit fliessen, bis die Farbe der Kochenilletinktur aus rot in grün überschlägt. Den genauen Endpunkt stellt man fest, indem man einen Tropfen der Flüssigkeit auf einer Porzellanplatte mit einem Tropfen Ferrocyankaliumlösung zusammenbringt; sowie alle Phosphorsäure ausgefällt und etwas Uranlösung im Überschuss ist, tritt beim Berühren beider Tropfen eine Braunfärbung ein, die sich nach kurzer Zeit verstärkt. Man notiert dann den Verbrauch an Uranlösung und berechnet auf Phosphorsäure.

Beispiel: Die Asche aus 100 g Bier wie oben behandelt erforderte bis zum Auftreten der Uranreaktion gegen Ferrocyankaliumlösung einen Zusatz von 16 ccm Uranlösung

Es ist 1 ccm Uranlösung = 0.005 g Phosphorsäure (P_2O_5)
also sind 16 ccm " = 0.080 g " "
somit enthalten 100 g Bier 0.080 g Phosphorsäure.

14. Salicylsäure. Man versetzt 200 ccm Bier mit einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure und bringt sie in einen Trichter, dessen Rohr durch einen Gummischlauch mit Quetschhahn verschlossen ist. Durch leichtes Öffnen des letzteren lässt man das Bier in einen Salicylsäure

250 ccm Cylinder tropfen, der 30 ccm Äther enthält, wodurch im Bier enthaltene Salicylsäure in den Äther übergeht. Man hebt den Äther ab und verdampft ihn in einem Porzellanschälchen auf dem Wasserbad.

Den Rückstand löst man in einigen Tropfen Wasser und setzt einen Tropfen Eisenchloridlösung zu: bei Gegenwart von Salicylsäure tritt Violettfärbung ein, bei Abwesenheit von Salicylsäure kaum eine grüngraue Färbung

Schweflige Säure

15. Schweflige Säure. 200 ccm Bier werden mit 1 ccm Phosphorsäure versetzt und hievon 50 ccm in eine Absorptionsröhre (Peligotsche Röhre) abdestilliert, welche 20 ccm Jodjodkaliumlösung nach Haas enthält. Die überdestillierende schwefelige Säure wird durch die Jodlösung zu Schwefelsäure oxydirt. Die Flüssigkeit in der Peligotschen Röhre wird in ein Becherglas gespült, mit 3 ccm konzentrierter Salzsäure versetzt und gekocht, bis sie nahezu farblos geworden ist, worauf man Baryumchloridlösung zusetzt, das gefällte Baryumsulfat nach sechsstündigem Stehen abfiltrirt, trocknet, glüht und wägt.

1 g Baryumsulfat = 0.275 g schweflige Säure (SO_2).

Hopfensurrogate

16. Hopfensurrogate. Zum Nachweis von Hopfensurrogaten, wozu grössere Mengen von Bier nötig sind, verfährt man nach Dragendorff.*)

Beurteilung des Bieres.

Beurteilung

Gutes, dem bayrischen Geschmack entsprechendes Bier soll völlig klar, glanzhell, vollmundig und von angenehmem Geschmack und hinreichendem Kohlensäuregehalt, also nicht schal sein.

Nicht zulässig ist trübes Bier, falls die Trübung von Bakterien, wilden Hefen oder normaler Bierhefe herrührt. Harz-, eiweiss- oder kleistertrübes Bier ist unschädlich.

*) Chem. Centralblatt 1881. S. 286, 298.

Ein leichter Hefenschleier ist zu gestatten, dagegen nicht hefetrübes, unausgegorenes Bier.

Nicht zulässig ist ferner saures, schales oder unangenehm riechendes und schmeckendes Bier, Unterständer-, Neige- und Restbier, ferner gefälschtes Bier.

Verdorbenes (von Bakterien oder wilden Hefen getrübtes) und entsäuertes Bier ist immer gesundheitsschädlich, unausgegorenes und gefälschtes Bier nur unter Umständen.

Zur Beurteilung der Biere bietet die chemische Analyse wichtige Handhaben:

1. Unausgegorenes Bier ist gekennzeichnet durch Trübung von normaler Bierhefe, durch hohen Gehalt an Maltose und einen wirklichen Vergärungsgrad von unter 48%. Es kommen jedoch auch vollkommen klare und normale Biere mit einem niedrigeren Vergärungsgrad als 48 % vor, bei welchen aber die Vergärungsfähigkeit durch reine Hefe völlig beendet ist.

2. Verdorbenes Bier ist gekennzeichnet durch Bakterientrübung, Trübung von wilden Hefen, Essigsäurepilzen, auffälligen Geschmack oder Schalsein.

Das Bier ist sauer, wenn die Gesamtacidität für 100 g Bier 3 ccm Normalalkali oder die Essigsäureacidität 0.1 ccm Normalalkali überschreitet.

Neig-, Tropf- oder Restbier enthält gewöhnlich Fragmente fremder Körper: Brod, Tabak, Käse, Fasern u. s. w., ist schal und oft von auffällig niederem Alkoholgehalt.

Manche Biere besitzen einen Gärgeschmack und sind oft ungeniessbar, wenn auch nicht gesundheitsschädlich.

3. Gefälschtes Bier. Entsäuertes, mit Natriumbikarbonat versetztes oder mit Mussierpulver aufgefrischtes Bier besitzt meist einen Aschengehalt von über 0.3 g für 100 g Bier und eine Acidität von unter 1.2 g Normalalkali.

Malzsurrogate wurden verwendet, wenn der Stickstoffgehalt des Bieres unter 0.65 % des Bierextraktes sinkt oder wenn der Phosphorsäuregehalt abnorm nieder ist.

Glycerinzusatz liegt vor, wenn aus 100 g Bier nach der beschriebenen Methode mehr als 0.25 g Glycerin zu erhalten sind.

Die Verwendung von Hopfensurrogaten ist ziemlich selten und erfordert deren Nachweis die Reindarstellung des Surrogates und Kontrollversuche mit reinem Bier und solchem, das mit dem Surrogat versetzt ist.

Konservierungsmittel sind in geringsten Mengen nachweisbar, und machen das Bier gesundheitsschädlich. Geringe Spuren schwefliger Säure können durch Verwendung geschwefelten Hopfens und Reinigen der Bottiche mit saurem schwefligsaurem Kalk in das Bier gelangen, ein absichtlicher Zusatz ist erst anzunehmen, wenn mehr als 10 mg schweflige Säure in 1000 g Bier enthalten sind.

Klärmittel wie Hausenblase, Raja clavata, Haselnuss- und Sassafrasspäne sind nicht als Fälschungsmittel anzusehen, da sie keine Bestandteile an das Bier abgeben, dagegen ist Süssholz als geringwertiges Malzsurrogat zu erachten.

Eine gewisse Würzekonzentration kann nicht gefordert werden, in der Regel ist

Scheps	mit	8—10 %
Schenkbier	„	10—12 %
Lagerbier	„	12—14 %

eingesotten. Luxusbiere, wie Bock und Lokalbiere (engl. Biere, Porter, Ale, Bremer Seefahrtsbiere, Salvator u. a.), erhalten noch stärkere Konzentrationen.

Schwach eingesottene und mit Wasser nach vollendetem Brau- und Gärprozess verdünnte Biere sind sehr schlecht haltbar, und verderben sehr rasch, dasselbe gilt von Bieren mit niedrigem Vergärungsgrad, hohem Maltosegehalt und gleichzeitiger Pilzverunreinigung.

Malzextrakt

Eingedickte Bierwürze gelangt teils für sich als Malzextrakt, teils mit Bier vermischt, als diätetisches Mittel in den Handel.

Malzextrakt soll frei sein von beigemengtem Traubenzucker, Salicylsäure und sonstigen Konservierungsmitteln.

Die Untersuchung erfolgt nach den unter „Bier“ angegebenen Methoden.

Litteratur: Linter, Lehrbuch der Bierbrauerei. Braunschweig, 1877.

J. Thausing, Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation. (Leipzig 1877.)

Dammer, Lexikon der Fälschungen Leipzig 1887.

Artikel Bier S. 105
„ Hefe S. 365
„ Hopfen S. 370
„ Malz S. 528
} bearbeitet von L. Aubry, Direktor der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München.

J. Post, Handbuch der chemisch-techn. Untersuchungen. Braunschweig, 1889. Artikel Bier, bearbeitet von L. Aubry.

Wein.

Unter Wein im allgemeinen versteht man ein aus dem Safte von zuckerhaltigen Früchten, im speziellen der Weintrauben, mittelst Selbstgärung hergestelltes alkoholhaltiges Getränk. Unter „Wein“, ohne weitere Bezeichnung, versteht man im gewöhnlichen Leben Traubenwein. Die Trauben oder Früchte werden ausgepresst (gekeltert) der Most wird dann einer Eigengärung überlassen, bei welcher aus dem Traubenzucker durch verschiedene Hefen Alkohol, Kohlensäure, Glycerin Bouquetstoffe gebildet werden, während die suspendierten oder infolge der Alkoholzunahme ausgeschiedenen Stoffe des Mostes, hauptsächlich Kalium- und Calciumtartarat und Calciumsulfat, als Fassgeläger abgeschieden werden. Wein

Der abgezogene Wein ist klar, von hellgelber bis dunkelroter Farbe und besitzt einen durch die sog Bouquetstoffe bedingten ätherischen Geruch (Blume) und einen spezifischen Geschmack (Bouquet).

Weine, welche einen grösseren Anteil unzersetzten Zuckers enthalten, heissen Süssweine, sie werden durch

Gärung aus konzentriertem Most, oder durch Unterbrechung der Gärung durch Alkoholzusatz gewonnen.

Die Zusammensetzung der Weine wechselt in weiten Grenzen, ein Bild der durchschnittlichen Zusammensetzung verschiedener Weine giebt folgende Tabelle:

Tabelle XVII.

In 100 ccm g:	Weisswein	Rotwein	Süsswein	Obstwein
Extrakt	2.10	2.25	13.26	2.69
Alkohol	7.07	8.11	11.69	5.12
Glycerin	0.692	0.735	1.06	0.48
Gesamtsäure als Weinsäure	0.656	0.604	0.558	0.448*)
Zucker	0.220	0.150	10.56	0.256
Mineralstoffe	0.188	0.220	0.179	0.294
Farb- und Gerbstoff . .	0.200	0.400	—	0.200
Drehung im 200 mm Rohr	± 0	± 0	-3.3°	± 0
Spez. Gewicht bei 15° C	0.9860	0.9951	1.0319	1.0024

*) als Äpfelsäure.

Krankheiten

Die Weine unterliegen verschiedenen Krankheiten, welche meist mikroskopische Lebewesen als Urheber haben und den Wein ungeniessbar und verdorben, wenn auch nicht gesundheitsschädlich machen. Solche Krankheiten sind das Zäh- oder Schleimigwerden der Weissweine, das Schwarz- und Trübwerden, das Bitterwerden u. a.

Fälschungen

Die Fälschungen der Weine sind mannigfacher Art. So werden aus Chemikalien vollständige Kunstweine hergestellt, eine Reihe anderer Kunstweine, sog. Façonweine, wird aus getrockneten Trauben (Weinbeeren, Rosinen) unter Beimengung verschiedener Chemikalien dargestellt.

Das Scheelisieren, Versüssen des Weines durch Zusatz von Glycerin, ist ebenfalls eine Fälschung.

Das Färben der Weine mit künstlichen Farbstoffen wird häufig gehandhabt und finden hiezu teils künstliche Farbstoffe (Fuchsin, Säurefuchsin, Ponceau, Vinalin u. a.), teils vegetabilische Farbstoffe (Heidelbeeren, Malven) Verwendung.

Das Gypsen (auch Alaunzusatz) der Weine bezweckt Klärung, Haltbarkeit und höheren Glanz, es wird hiedurch Weinsäure und Phosphorsäure ausgeschieden und die Schwefelsäure des Gypses geht als Kalisalz in Lösung.

Zu den „Weinverbesserungsmethoden" leitet über das Petiotisieren, wonach die Weintrester 4—5 mal mit Rohrzuckerlösungen vergären, wodurch immer wieder Wein entsteht (Tresterwein).

Wein-verbesserungs-methoden

Von den Fälschungen zu unterscheiden sind die „Weinverbesserungsmethoden", nämlich das Chaptalisieren, wonach zu saurer Most durch Zusatz von Marmorpulver entsäuert und durch Zusatz von Rohrzucker auf einen normalen Zuckergehalt gebracht wird, eine Vermehrung des Mostes sonach nicht stattfindet.

Ferner das Gallisieren, wonach zu saurer Most durch Zusatz von Wasser auf einen normalen Säuregehalt gebracht wird, worauf man dem verdünnten Most Rohrzucker bis zum normalen Gehalt zusetzt. Das Gallisieren bewirkt somit eine Volumvermehrung des Mostes (bis 20 %).

In hygienischer Beziehung bietet die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben, welche übrigens kaum mehr dargestellt werden, wie auch die Verwendung von Konservierungsmitteln (Salicylsäure, schwefelige Säure) Interesse.

Beim Gallisieren, Chaptalisieren und Petiotisieren wird der Rohrzucker häufig durch unreinen Traubenzucker ersetzt. Solcher Traubenzucker entwickelt bei der Gärung Fuselöl und wirkt damit gesundheitsschädlich.

Zusatz von Gyps, Alaun, wie auch von schlecht gereinigtem Traubenzucker, macht den Wein immer bedenklich, insbesondere, wenn derselbe für Kranke verwendet werden soll.

Giftige Metalle, wie Blei, Kupfer, Zink, können durch Zusatz von löslichen Metallsalzen, teils durch Verwendung von Metallgefässen in den Wein gelangen. Selbst Arsenik ist schon, namentlich in Rotweinen, gefunden worden.

Untersuchung des Weines.

Untersuchung des Weines

Die Bestandteile des Weines werden in Grammen pro 100 ccm angegeben.

Die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, der Gesamtmenge der freien Säuren (Acidität), der flüchtigen Säuren, der Mineralstoffe*), der Stickstoffsubstanzen, des Glycerins, werden am zweckmässigsten wie unter „Bier" angegeben ausgeführt.

Die Gesamtmenge der freien Säuren wird als Weinsäure berechnet, 1 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge = 0.0075 g Weinsäure.

Alkohol

Zur Bestimmung von Alkohol und Extrakt werden 70 ccm Wein mit 70 ccm Wasser vermischt und hievon genau 70 ccm abdestilliert. Das Destillat wird gut gemischt und dessen spezifisches Gewicht bei 15.5° C mittelst der Westphalschen Wage gemessen. Man schlägt dann den Alkoholgehalt des Weines aus der nachfolgenden Tabelle (XVIII) von Hehner auf.

---

*) Bei Süssweinen setzt man dem eingedickten Wein zweckmässig etwas aschefreies Vaselin zu, um zu starkes Aufblähen der Kohle zu vermeiden.

Tabelle XVIII.

Alkohol-Tabelle

nach Hehner*) für 15.5 ° C.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0.994	2.89	2.94	3.09	3.06	3.12	3.18	3.24	3.29	3.35	3.41
3	3.47	3.53	3.59	3.65	3.71	3.76	3.82	3.88	3.94	4.00
2	4.06	4.12	4.19	4.25	4.31	4.37	4.44	4.50	4.56	4.62
1	4.69	4.75	4.81	4.87	4.94	5.00	5.06	5.12	5.19	5.25
0	5.31	5.37	5.44	5.50	5.56	5.62	5.69	5.75	5.81	5.87
0.989	5.94	6 00	6.07	6.14	6.21	6.28	6.36	6.43	6.50	6.57
8	6.64	6.71	6.78	6.86	6.93	7.00	7.07	7.13	7.20	7.27
7	7.33	7.40	7.47	7.53	7.60	7.67	7.73	7.80	7.87	7.93
6	8.00	8.07	8.14	8.21	8.29	8.36	8.43	8.50	8 57	8.64
5	8.71	8.79	8.86	8.93	9.00	9.07	9.14	9.21	9.29	9.36
4	9.43	9.50	9.57	9.64	9.71	9.79	9.86	9 93	10.00	10.08
3	10.15	10.23	10.31	10.38	10.46	10.54	10.62	10.69	10.77	10.85
2	10.92	11.00	11.08	11.15	11.23	11.31	11.38	11.46	11.54	11.62
1	11.69	11.77	11.85	11.92	12.00	12.08	12.15	12.23	12.31	12.38
0	12.46	12.54	12.62	12.69	12.77	12.85	12.92	13.00	13.08	13.15
0.979	13.23	13.31	13.38	13.46	13.54	13.62	13 69	13.77	13.85	13.92
8	14.00	14.09	14.18	14.27	14.36	14.45	14.55	14.64	14.73	14 82
7	14.91	15.00	15.08	15.17	15.25	15.33	15.42	15.50	15.58	15.67
6	15.75	15.83	15.92	16.00	16.08	16.15	16.23	16.31	16.38	16.46
5	16.54	16.62	16.69	16.77	16.85	16.92	17.00	17.08	17.17	17.25
4	17.33	17.42	17.50	17.58	17.67	17.75	17.83	17.92	18.00	18.08
3	18.15	18.23	18.31	18 38	18.46	18.54	18.62	18.69	18.77	18.85
2	18.92	19.00	18.08	19.17	19.25	19.33	19.42	19.50	19.58	19.67
1	19.75	19.83	19.92	20.00	.	.	.	.	.	.

Um die abgelesenen g Alkohol, welche sich auf 100 g Destillat beziehen, umzurechnen auf 100 ccm Wein,

*) Vollst. Tabelle. Wiesbaden, C. W. Kreidel. 1880. ℳ 1.60.

hat man sie zu multiplizieren mit dem spezifischen Gewicht des Destillates. (Es macht jedoch meist einen nur geringen Fehler, wenn man die Zahlen unkorrigiert stehen lässt.)

Extrakt

Der Rückstand im Destillationskolben wird nach dem Erkalten in einen Messcylinder gespült, mit Wasser genau auf 70 ccm aufgefüllt und gut gemischt, worauf man das spezifische Gewicht der Lösung bei 15° C. mittelst der Westphalschen Wage bestimmt und den entsprechenden Extrakt aus der Tabelle von Schultze entnimmt.

Tabelle XIX a.

Extrakt - Tabelle

nach Schultze.

100 ccm Wein enthalten g Extrakt.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.000	—	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.14
1	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.50
2	0.52	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.76
3	0.79	0.81	0.84	0.87	0.89	0.92	0.94	0.97	1.00	1.02
4	1.05	1.08	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.24	1.27	1.30
5	1.32	1.35	1.37	1.40	1.42	1.45	1.47	1.50	1.52	1.55
6	1.57	1.60	1.63	1.65	1.68	1.70	1.73	1.75	1.78	1.80
7	1.83	1.85	1.88	1.91	1.93	1.96	1.98	2.02	2.04	2.07
8	2.09	2.12	2.14	2.17	2.19	2.22	2.25	2.27	2.30	2.32
9	2.35	2.37	2.40	2.43	2 45	2.48	2.50	2.53	2.55	2.59
1.010	2.61	2.64	2.67	2.69	2.72	2.74	2.77	2.79	2.82	2.85
1	2.87	2.90	2.92	2.95	2.97	3.00	3.02	3 06	3.09	3.11
2	3.14	3.16	3.19	3.21	3.24	3.27	3.29	3.32	3.34	3.37
3	3.39	3.42	3.46	3.48	3.51	3.53	3.56	3.59	3.61	3.64
4	3.66	3.69	3.71	3.74	3.77	3.79	3.83	3.85	3.88	3.91
5	3.93	3.96	3.98	4.01	.	.	.	.	.	.

Tabelle XIX b.

Für Süssweine (gekürzt):

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.01	2.61	2.87	3.14	3.39	3.66	3.95	4.20	4.46	4.74	5.02
2	5.30	5.56	5.83	6.08	6.34	6.60	6.88	7.18	7.46	7.70
3	7.94	8.18	8.42	8.86	8.96	9.25	9.54	9.80	10.06	10.31
4	10.57	10.83	10.10	11.37	11.64	11.91	12.19	12.45	12.72	12.99
5	13.26	13.53	13.80	14.07	14.34	14.62	14 90	15.18	15.47	15.77
6	16.05	16.30	16.55	16.80	17.06	17.31	17.59	17.86	18.15	18.42
7	18.70	18.96	19.22	19.47	19.74	19.98	20.24	20.48	20.73	20.98
8	21.24	21.52	21.79	22.05	.	.	.	.	..	.
Differenz für 0.000	—	0.026	0.053	0.079	0.106	0.132	0.159	0.175	0.212	0.238

Freie Weinsäure

Freie Weinsäure. Man versetzt 30 ccm Wein mit gefälltem, fein zerriebenem Weinstein, schüttelt wiederholt, filtriert nach einstündigem Stehen ab und versetzt das klare, mit Weinstein gesättigte Filtrat mit 2—3 Tropfen einer 20 prozentigen Kaliumacetatlösung. Man lässt nun, indem man Sorge trägt, dass die Temperatur gleich bleibt, 24 Stunden lang stehen; wenn freie Weinsäure vorhanden war, so bildet diese aus dem Kaliumacetat Weinstein, und dieser muss sich aus der bereits gesättigten Lösung abscheiden als weisser krystallinischer Niederschlag.

Gerbstoff

Gerbstoff. Man braucht zur annähernden Bestimmung des Gerbstoffs Reagensröhren von 24 ccm Inhalt, welche in ihrem unteren Teile etwas verengt und in $^1/_{10}$ ccm geteilt sind. Ausserdem tragen sie Marken bei 10 und 11, und 20 und 22 ccm.

Man neutralisiert die freien Säuren in 50 ccm Wein bis auf eine Acidität von etwa 3.3 ccm Normalalkali, misst von diesem Wein zweimal 10 ccm in die geteilten Röhren ab, setzt 1 ccm einer 40prozentigen Natriumacetatlösung

und 4 Tropfen Eisenchlorid zu, schüttelt gut durch und lässt dann 24 Stunden ruhig stehen, liest dann das Volumen des abgeschiedenen gerbsauren Eisens ab und entnimmt aus der folgenden Tabelle den entsprechenden Gerbstoffgehalt:

ccm Niederschlag	Gerbstoff %	ccm Niederschlag	Gerbstoff %
0.1	0.003	0.9	0.030
0.2	0.007	1.0	0.033
0.3	0.010	2.0	0.066
0.4	0.013	3.0	0.100
0.5	0.017	4.0	0.130
0.6	0.020	5.0	0.170
0.7	0.023	9.0	0.300
0.8	0.027	12.0	0.400

Optische Untersuchung

Prüfung des optischen Verhaltens.

Die Lösungen von Rohrzucker, Traubenzucker und Dextrin drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts, Invertzuckerlösungen hingegen nach links.

Die polarimetrische Untersuchung, d.i. die Bestimmung des Drehungsvermögens der Weine, bietet daher wichtige Handhaben zur Erkennung gewisser Fälschungen.

Man braucht hiezu einen Polarisationsapparat, welche in verschiedener Art konstruiert worden sind und zwar eines der grösseren Instrumente nach Ventzke, Soleil oder Wild. Auf die nähere Beschreibung dieser Instrumente kann hier nicht eingegangen werden.*)

Das Drehungsvermögen wird ausgedrückt in Graden des Kreisbogens, um welche eine 200 mm starke Schicht Wein den durchgehenden Lichtstrahl dreht und zwar in Graden des Wildschen Polaristrobometers.

*) Preise dieser Instrumente: Wilds Polaristrobometer bei Hermann & Pfister, Bern, 300 ℳ; Soleil oder Ventzke Polarisationsapparat bei H. Rohrbeck, Berlin, 380 ℳ; Mitscherlich Polarisationsapparat ebendaselbst, 60 ℳ.

Es ist

1° Soleil = 0.2172° Wild

1° Ventzke = 0.346 ° Wild

1° Wild = 4.6043° Soleil = 2.89° Ventzke.

Man versetzt 100 ccm Wein mit 10 ccm Bleiacetatlösung, filtriert nach gutem Durchmischen vom Niederschlag ab und füllt mit dem Filtrat die 220 mm lange Röhre der Apparate, entsprechend der Verdünnung 10:11 und liest die Drehung ab.

Man misst dann 77 ccm des Filtrates ab, versetzt sie zur Ausfällung von überschüssigem Bleiacetat mit 7 ccm Natriumkarbonatlösung und filtriert. Vom Filtrat würden 120 ccm 100 ccm Wein entsprechen. Dieses bleifreie Filtrat polarisiert man wieder in der 220 mm Röhre, vermehrt aber die abgelesene Drehung um den zehnten Teil (entsprechend der Verdünnung 10:12). Das Filtrat wird aufgehoben und dient zur Bestimmung des Zuckers (S. 258).

Man betrachtet die zweite Ablesung als richtig, sie giebt an, um wie viel Grade der Wein in einer 200mm starken Schicht die Ebene des durchgehenden Lichtstrahls nach rechts oder links ablenkt.

Man hat hiebei folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Der Wein dreht gar nicht:
   a) er enthält nur Spuren von Zucker und ist dann nicht weiter zu untersuchen und normal,
   b) er enthält reduzierenden Zucker, dann ist die Drehung nach rechts (Trauben-, Rohrzucker, Dextrin), und die nach links (Invertzucker) gleich stark.
2. Der Wein dreht nach links:

   Es ist Invertzucker vorhanden. Zur Prüfung, ob nicht auch rechtsdrehende Substanzen vorhanden sind, ist eine Zuckerbestimmung nach der Inversion und ein Vergärungsversuch anzustellen.

3. Der Wein dreht nach rechts:
   a) beträgt die Drehung weniger als 0.3°, so sind weitere Versuche zu unterlassen;
   b) ist die Drehung stärker als 0.3°, so sind Zuckerbestimmungen vor und nach dem Invertieren und ein Vergärungsversuch auszuführen.

Traubenzucker und Rohrzucker.

a) Weiss- und Rotweine.

Trauben- und Rohrzucker

Das polarisierte, durch Fällen des Weines mit Bleiacetat- und Natriumkarbonatlösung erhaltene Filtrat (100 : 120 verdünnt) wird in der auf Seite 190 beschriebenen Weise gegen 10 ccm Fehlingsche Lösung titriert und der reduzierende Zucker auf Dextrose berechnet. (Verbrauchte ccm Lösung): 120 = 0.05 : x, woraus x = g Dextrose in 100 ccm Wein.

Zur Bestimmung von Rohrzucker werden 100 ccm Wein in der auf Seite 191 beschriebenen Weise invertiert, mit Natriumhydrat neutralisiert und dann wie oben behandelt.

Ergiebt sich ein höherer Gehalt an reduzierendem Zucker, so ist die Differenz auf Rohrzucker umzurechnen, indem man die Menge der neugebildeten Dextrose multipliziert mit 0.95.

b) Süssweine sind entsprechend ihrem Extraktgehalt so zu verdünnen, dass eine etwa 1prozentige Zuckerlösung entsteht, welche man teils direkt, teils nach dem Invertieren gegen Fehlingsche Lösung titriert.

Die Fällung mit Bleiacetat und Natriumkarbonat kann bei Süssweinen unterlassen werden.

Unvergärbare Bestandteile

Zum Nachweis der unvergärbaren Bestandteile (Dextrin) werden 50 ccm Wein in einem Kolben von 300 ccm Inhalt auf etwa 20 ccm eingedampft und nach dem Erkalten mit 5 g stärkefreier Presshefe, die mit 30 ccm

Wasser angerührt ist, versetzt. Man verschliesst den Kolben lose mit einem Wattepfropfen und bringt ihn 36—48 Stunden in ein konstantes Wasserbad von 30° C Temperatur.

Nach dieser Zeit ist der vergärbare Zucker in der Regel völlig vergoren, man giesst dann die Flüssigkeit in einen Messcylinder, setzt behufs rascheren Filtrierens etwas Asbest zu, füllt auf 100 ccm auf, mischt gut durch und filtriert. 80 ccm des Filtrats werden mit 8 ccm Bleiacetatlösung vermischt und filtriert, worauf man die Drehung des Filtrates vom Bleiniederschlag im 200 mm Rohr bestimmt.

Die abgelesene Drehung ist der Verdünnung von 50 : 100 wegen zu verdoppeln.

Ist noch eine Drehung nach rechts vorhanden, so ist Dextrin vorhanden und beweist dies, dass der Wein unreinen Traubenzucker mit unvergärbaren Substanzen enthielt. Die quantitative Bestimmung kann wie unter „Bier", Seite 242 angegeben, ausgeführt werden.

Farbstoffe. Die Prüfung der Rotweine auf Farbstoffe pflanzlicher Abstammung (Heidelbeeren, Malven) ist sehr unsicher. Dagegen ist der Zusatz von Theerfarbstoffen (Fuchsin, Säurefuchsin, Ponceau, Bordeaux, Vinalin u. a. sicher zu führen. **Farbstoffe**

Zur Prüfung auf Theerfarbstoffe kocht man je 50 ccm Wein, teils direkt, teils schwach mit Ammoniak alkalisch gemacht, mit etwa 1 m Schafwolle auf etwa 10 ccm ein, lässt die Wolle mit dem Wein erkalten und wäscht sie dann aus.

Bei Gegenwart von Theerfarbstoffen wird die Wolle rot gefärbt bleiben und zwar aus saurer Lösung bei Gegenwart von Säurefuchsin, Ponceau u. a., aus ammoniakalischer Lösung bei Gegenwart von Fuchsin.

Reine Rotweine zeigen nur eine schwache missfarbene Braun- oder Graufärbung der Wolle.

Der spektroskopische Nachweis einer künstlichen Färbung ist nur selten zuverlässig.*)

Konservierungsmittel

Konservierungsmittel. Der Nachweis und die Bestimmung von schwefliger Säure erfolgt wie unter „Bier“ Seite 246 angegeben. Beim Nachweis von Salicylsäure empfiehlt es sich, als Lösungsmittel für dieselbe an Stelle von Äther hier Chloroform anzuwenden.

Weitere Methoden zur Untersuchung des Weines siehe in: Barth: Die Weinanalyse. Hamburg 1884. List und Kayser: Vereinbarungen Seite 154. E. Borgmann: Analyse des Weines. Wiesbaden. 4 M.

Beurteilung der Weine.

Beurteilung der Weine

Für die Beurteilung eines Weines ist es von höchster Wichtigkeit, über die Herkunft und den Jahrgang des zu prüfenden Produktes Auskunft zu besitzen, da sonst im günstigsten Falle nur entschieden werden kann, ob derselbe Naturwein sein kann, nicht aber, dass er Naturwein ist.

Weine aus reinem Traubensaft enthalten nur in seltenen Fällen Extraktmengen unter 1.5 g pro 100 ccm. Nach Abzug der freien Gesamtsäuren beträgt der Extraktrest mindestens 1 g in 100 ccm.

Der Zuckergehalt ausgegorener Weine beträgt meist bis 0.2 %, ist die Zuckermenge grösser, so muss sich der Extraktrest entsprechend über 1 g erheben.

Gerbstoff ist in Weissweinen bis höchstens 0.01 % enthalten, ein Mehr deutet auf Tresterwein (petiotisierter Wein).

Der Gehalt an freier Weinsäure beträgt bei Naturweinen nicht mehr als 1/6 der gesamten nichtflüchtigen Säuren.

*) Vergl. Hilger und Hasterlik. Bericht über die VII. Versammlung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie. Seite 111. Berlin 1889.

In Weinen, welche wenig Essigsäure enthalten, finden sich in der Regel auf 100 Teile Alkohol zwischen 7 und 14 Teile Glycerin, andernfalls ist Weingeist oder Glycerin nachträglich zugesetzt worden; dies wird sich übrigens auch noch durch relativ geringen Gehalt an Mineralbestandteilen ergeben. Bei essigsauren Weinen (über 0.1 %) gelten diese Verhältnisse nicht.

Der Gehalt an Mineralstoffen sinkt bei Naturweinen kaum unter 0.140 %, der an Kochsalz übersteigt nie 0.05 %.

Rechtsdrehende Weine sind entweder mittelst Rohr- oder Traubenzucker hergestellt, die Drehung bleibt bei Gegenwart von Dextrin, also bei unreinem Traubenzucker auch nach dem Vergären. Rohrzucker ergiebt sich aus der chemischen Analyse und ist stets künstlich zugesetzt.

Der Nachweis eines Verschnittes von Traubenwein mit Obstwein ist nur ausnahmsweise mit Sicherheit zu führen.

Beurteilung der Süssweine.

Die Süssweine sind ihrer Herstellung nach mehr oder minder Kunstprodukte, die für gewönliche Weine geltenden Normen können daher auf dieselben nicht übertragen werden. So wird fast stets ein Teil des Alkohols künstlich zugesetzt, daher auf das Verhältnis von Alkohol zu Glycerin kein Wert zu legen ist. Beurteilung

Der Gehalt an Phosphorsäure soll nach Kayser in 100 ccm 40 mg betragen, es wurden jedoch hierorts schon garantiert reine Süssweine mit viel geringerem Gehalt beobachtet.

Der Schwefelsäurebetrag soll 92 mg in 100 ccm nicht übersteigen.

An die Obstweine, welche aus zuckerhaltigen Früchten oder Beeren gewonnen werden, sind dieselben Anforderungen wie an Traubenweine zu stellen. Obstweine

Schaumweine

Durch Versetzen des Mostes mit Zucker und Gärenlassen in Flaschen werden die Schaumweine oder Champagner mit hohem Kohlensäuregehalt hergestellt, sie erhalten meist einen Zusatz von Liqueuren (Dosage). An die Schaumweine sind dieselben Forderungen wie an Süssweine zu stellen.

Spirituosen.

Alkohol

Der durch Gärung aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten dargestellte Weingeist heisst in konzentrierter, reinster Form Alkohol.

Branntwein

Unter Branntwein versteht man alkoholhaltige Flüssigkeiten, welche durch Gärung zuckerhaltiger Säfte oder Maischen und darauffolgende Destillation oder durch Verdünnen von Alkohol mit Wasser gewonnen werden.

Liqueure

Unter Liqueuren versteht man mit Zucker, aromatischen und bitteren Stoffen versetzte Branntweine.

Fuselöl

Die Branntweine sind je nach dem Rohmaterial von verschiedenen Gärungs- und Destillationsnebenprodukten, den sog. Fuselölen begleitet, welche Gemische von Alkoholen und zusammengesetzten Äthern der Fettreihe sind.

Unter diesen ist hauptsächlich der Amylalkohol, der Hauptbestandteil des Fuselöles des Kartoffelschnapses, von gesundheitsschädlicher Wirkung.

Die wichtigeren Branntweine sind:

Kognak

a) Kognak (Franzbranntwein) aus vergorenen Weintrestern und Weinhefe hergestellt, ist gelb bis braun gefärbt und soll mindestens 50 Vol.-% Weingeist und bis höchstens 1 % Extrakt und keinen Zucker enthalten.

Arrak

b) Arrak, aus vergorener Reismaische oder Palmenwein dargestellt, ist farblos und wie Kognak zu beurteilen.

c) Rum, aus Zuckerrohrmelasse destilliert, ist von brauner Farbe und enthält meist 70 Vol.-% Weingeist und höchstens 1% Extrakt. Rum

Alle diese drei Sorten werden häufig gefälscht, eine geschickte Fälschung ist jedoch nicht nachweisbar; die Untersuchung geschieht wie die des Weines.

d) Kornbranntwein aus vergorener Roggenmaische. Branntweine

e) Kartoffelschnaps aus mit Malz hergestellter Kartoffelmaische hergestellt, enthält 30 bis 50 Vol.-% Weingeist und wechselnde Mengen Amylalkohol (0—1 Vol.-%).

Hygienische Bedeutung beansprucht die Bestimmung des Amylalkohols, welcher die Schnäpse gesundheitsschädlich macht. Die Bestimmung geschieht am besten nach der Methode von Röse, welche auf die Volumvermehrung des Chloroforms bei Aufnahme von Amylalkohol begründet ist. Amylalkohol

Man bedarf eines Schüttelapparates (Fig. 61), ferner Weingeist von 30 Vol.-% (0.9656), Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1.286, und Chloroform.

Fig. 61.



Der Schüttelapparat besteht aus einem Glasgefäss, welches unten eine Erweiterung, dann eine Verengung *a* mit einer Skala und endlich oben wieder eine Erweiterung *W* besitzt. Die untere Erweiterung fasst genau 20 ccm, die Skala geht von 20 bis 45 und ist in $^1/_{10}$ ccm geteilt, das Gefäss *W* fasst etwa 100 ccm.

Das Schüttelgefäss setzt man in ein grosses Gefäss mit Wasser, um stets möglichst gleiche Temperatur zu haben.

Man misst im Apparat genau 20 ccm Chloroform bei 15° C ab, giebt 100 ccm des Branntweines, den man auf genau 30 Vol.-% Alkoholgehalt gebracht hat (0.9656) und 1 ccm der Schwefelsäure zu und schüttelt $^1/_2$ Minute lang kräftig durch.

Dann setzt man wieder in das Wassergefäss, befördert das Absetzen der Chloroformschichte durch Klopfen und Kreisbewegung und liest den Stand der Chloroformschichte ab.

Je mehr Fuselöl vorhanden ist, desto grösser wird das Volumen der Chloroformschichte sein.

Man hat sich seinen Apparat selbst zu kalibrieren, indem man die Volumvermehrung des Chloroforms für reinen Alkohol von 30 %, dann von solchem mit 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 u. s. w. % Fuselölgehalt bestimmt und sich so eine Skala anfertigt.

Besondere Vorsicht erfordert das Einstellen des Branntweines auf 30 Vol.-%. (0.9656 spez. Gew. bei 15°), was man unter Benützung der Verdünnungstabelle XX mit der Westphalschen Wage ausführt.

Tabelle XX.

Tabelle für die Verdünnung des Alkohols auf 30 Vol.-%.

Zu 100 ccm Alkohol vom Volum-Prozentgehalt	sind zuzusetzen ccm Wasser	Zu 100 ccm Alkohol vom Volum-Prozentgehalt	sind zuzusetzen ccm Wasser	Zu 100 ccm Alkohol vom Volum-Prozentgehalt	sind zuzusetzen ccm Wasser
30	—	49	64.1	68	129.4
31	3.3	50	67.5	69	132.8
32	6.6	51	70.9	70	136.3
33	10.0	52	74.3	71	139.7
34	13.4	53	77.7	72	143.2
35	16.7	54	81.2	73	146.7
36	20.1	55	84.6	74	150.2
37	23.4	56	88.0	75	153.6
38	26.8	57	91.4	76	157.1
39	30.2	58	94.9	77	160.6
40	33.5	59	98.3	78	164.1
41	36.9	60	101.8	79	167.6
42	40.3	61	105.2	80	171.1
43	43.7	62	108.6	81	174.6
44	47.1	63	112.1	82	178.1
45	50.5	64	115.5	83	181.6
46	53.9	65	119.9	84	185.1
47	57.3	66	122.4	85	188.6
48	60.7	67	125.9		

Liqueure sind mit einem Zusatz von 5 ccm Natronlauge auf 100 ccm zu destillieren, das Destillat ist auf 30 Vol.-% zu bringen und wie oben zu behandeln.

Jeder Branntwein mit mehr als 0.1 % Amylalkohol ist zu beanstanden.

Die Bestimmungen der übrigen Bestandteile, Weingeist, Extrakt, Mineralstoffe, Zucker erfolgen nach den bei „Wein“ angegebenen Methoden. Zur Bestimmung des Weingeistes ist der Branntwein zweckmässig mit Wasser auf das doppelte oder dreifache Volumen zu verdünnen, der Alkoholgehalt ist aus Tabelle XXI zu entnehmen.

Die Bestandteile sind in g in 100 ccm, der Alkoholgehalt auch in Volumprozenten, anzugeben.

Tabelle XXI.

Alkohol-Tabelle

nach Hehner. *)

100 ccm enthalten ccm Alkohol.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0.97	17.17	18.25	19.28	20.24	21.19	22.18	23.10	24.08	25.07	26.04
6	26.95	27.86	28.77	29.67	30.57	31.40	32.19	32.98	33.81	34.54
5	35.28	36.04	36.70	37.34	38.04	38.75	39 47	40.14	40.79	41.32
4	41.84	42.40	42.95	43.56	44.18	44.79	45.41	46.02	46.59	47.13
3	47.67	48.21	48.75	49.29	49 81	50.31	50.82	51.32	51.82	52.29
2	52.77	53.24	53.72	54.19	54.66	55.13	55.60	56.07	56.54	56 98
1	57.45	58.92	58.36	58.80	59.22	59.63	60.07	60.52	60.97	61.40
0	61.84	62.31	62.79	63.24	63.69	64.14	64 58	65.01	65.41	65.81
0.89	66.25	66.69	67.11	67.63	67.93	68.33	68.72	69.11	69.50	69.92
8	70.35	70.77	71.17	71.58	71.98	72.38	72.77	73.15	73.54	73.93
7	74.33	74.70	75.08	75.45	75.83	76.20	76.57	77.94	77.29	77.64
6	78.00	78.36	78.73	79.12	79.50	79.86	80.22	81.60	81.00	81.40
5	81.80	82.19	82.54	82.90	83.25	83.60	83.94	84 27	84.60	84.93
4	85.26	.	.	.	.	.	.	.	.	.

*) Vollständige Tabelle, Wiesbaden C. W. Kreidel ℳ 1.60.

Zur Umrechnung auf Gewichtsprozente in 100 ccm Flüssigkeit multipliziert man die Volumprozente mit dem spezifischen Gewicht des absoluten Alkohols (von Hehner zu 0.7938 angenommen).

Die Liqueure können alle möglichen Pflanzenstoffe enthalten. In hygienischer Beziehung kann nur die Anforderung gestellt werden, dass gesundheitsschädliche oder giftige Stoffe, insbesondere die Substanzen der Tabelle B der kais. Verordng. vom 4. Januar 1875 nicht Verwendung gefunden haben. Der Nachweis solcher Stoffe ist jedoch häufig nicht mit Sicherheit zu führen.

Litteratur: Bericht über die IV. Vers. S. 27 u. VI. Vers. bayr. Vertr. d. ang. Chemie.
Stutzer und Reitmair, Ergänz.-Hefte d. Centralbl. für öff. Ges.-Pflege II. 191.
Sell, Arbeiten aus dem kais. Gersundheitsamt IV. 109 u. ff.

Essig.

Essig

Unter Essig versteht man die durch saure Gärung aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten oder durch Verdünnen konzentrierter Essigsäure gewonnene wässrige Essigsäure.

Der Essigsäuregehalt des Speiseessigs soll nicht unter 4% herabgehen, da erfahrungsgemäs solch dünner Essig leicht verdirbt. Ausser Essigsäure enthält der Essig je nach dem Rohmaterial noch verschiedene Nebenbestandteile: Weingeist und Extraktstoffe.

Die Bestimmung der Essigsäure erfolgt durch Titrieren von 10 ccm Essig mit Normalalkali und Phenolphtaleïn, die der Nebenbestandteile wie bei Wein.

1 ccm Normalalkali = 0.060 g Essigsäure.

Mineralsäuren im Essig

Eine Fälschung des Essigs mit freien Mineralsäuren wird wie folgt ermittelt: Man versetzt 10 ccm des Essigs in einem Reagensglas mit 3 Tropfen einer wässerigen Methylviolettlösung 1 : 1000, bei Gegenwart irgend einer freien Mineralsäure geht die Farbe in hellblau oder grün über.

Die Natur der freien Säure wird folgendermassen ermittelt: Man versetzt je 10 ccm Essig mit

1. Baryumchlorid und Salzsäure: ein weisser, schwerer Niederschlag beweist Gegenwart von Schwefelsäure;
2. Silbernitrat und Salpetersäure: ein weisser, flockig-käsiger Niederschlag, der sich am Lichte schwärzt, beweist Gegenwart von Salzsäure;
3. Calciumchlorid: ein weisser Niederschlag beweist Gegenwart von Oxalsäure.

Hiebei ist zu bedenken, dass schwache Reaktionen kein Beweis für die Gegenwart freier Säure sind, da sie auch von gelösten Salzen herrühren können.

Alkaloïdhaltige Genussmittel.

Von den alkaloïdhaltigen Pflanzen, welche den Menschen als Genussmittel dienen, haben für Europa hauptsächlich der Kaffee, der Thee, Kakao und Tabak Interesse. Auch diese Genussmittel werden erfahrungsgemäss viel gefälscht.

Kaffee.

Unter Kaffee versteht man die bohnenförmigen Samen der Frucht des Kaffeebaumes, die je nach den Produktionsländern in verschiedenen Qualitäten in den Handel kommen. Kaffee

Die ungebrannte Bohne besitzt eine gelbe bis grüne Farbe, die oft künstlich hergestellt wird, wozu jedoch allerdings in der Regel nur unschädliche Farbstoffe (Oker) Verwendung finden.

Zum Genuss müssen die Bohnen gebrannt werden, wodurch sich ihre Bestandteile verändern und die Bohnen eine braune Farbe annehmen; zur Herstellung des Getränkes wird dann der gemahlene Kaffee gekocht, wodurch etwa 26 % in Lösung gehen.

Die wesentlichen Bestandteile des Kaffees sind das Alkaloïd Koffeïn ($C_8H_{10}N_4O_2$), Kaffeegerbsäure, ätherische Öle und die Röstprodukte, ausserdem enthält Kaffee Fett, Eiweisstoffe, Mineralstoffe und Holzfaser. Koffeïn

Eine Fälschung des ganzen Kaffees kommt selten vor. Das Einölen der Bohnen zur Erzielung höheren Glanzes kann als Fälschung nicht erachtet werden, bedenklicher ist das Brennen des Kaffees mit Zucker.

Auf den Kauf gemahlenen Kaffees sollte das Publikum ein für allemal verzichten, da solcher Kaffee niemals den Wert des ganzen hat und ein Feld für ergiebige Fälschung bietet.

Kaffeesurrogate

Als Kaffeesurrogate*) werden unter dem wirklichen oder unter Phantasienamen eine Reihe von gebrannten Pflanzenstoffen feilgehalten, welche lediglich infolge ihres Gehalts an bitteren und färbenden Röstprodukten des Zuckers Anwendung finden und den Kaffee in keiner Weise ersetzen können.

Von Nährwert kann bei diesen Surrogaten ebensowenig als bei Kaffee gesprochen werden.

Es finden Verwendung gebrannte, geschrotete oder gemahlene Rüben: Zichorie, Löwenzahn, Zuckerrüben, Mohr- und gelbe Rüben;

Früchte: Feigen, Birnen, Eicheln, Cerealien, Leguminosen, Kaffeebeeren. Fälschungen sind mangelhafte Reinigung der Wurzeln von anhängender Erde und Beimengung wertvermindernder Stoffe. Es soll daher Zichorienkaffee und Rübenkaffee in der Trockensubstanz nicht über 7% Gesamtasche und 2% Sand enthalten, für die anderen Surrogate kann man 5% Gesamtasche und 1% Sand als Grenzwerte annehmen.

Des Weiteren kann man verlangen, dass statt oder neben den Phantasienamen die genaue Bezeichnung des Inhalts auf den Etiketten steht, damit jeder Käufer weiss, was er vor sich hat.

Gesundheitsschädigungen könnten eintreten durch Verpackung feuchter Kaffeesurrogate in Bleifolie.

---

*) Vergl. H. Trillich, Die Kaffeesurrogate. München 1889.

Thee.

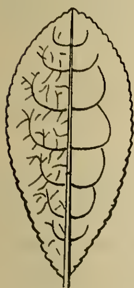
Unter Thee versteht man die durch eine eigentümliche Behandlung getrockneten oder gerösteten Blätter des Theestrauches, die in zwei Hauptformen, als grüner und schwarzer Thee, in den Handel kommen. Thee

Die Hauptbestandteile sind das Alkaloïd Theeïn, Koffeïn ($C_8H_{10}N_4O_2$), Harz, ätherisches Öl, Gerbsäure, ferner Fett, Gummi und Mineralstoffe.

Fälschungen werden vorgenommen durch Zusatz fremder Blätter, durch Zusatz von extrahierten Theeblättern und durch Zusatz von Extrakt, Mineral- oder Färbestoffen.

Zur Erkennung der Beimengung fremder Blätter reicht die botanische Untersuchung aus, wozu man die Blätter in Wasser legt, damit sie sich entrollen, und auf einem Objektträger ausbreitet.

Fig. 62.



Theeblätter sind verschieden gross, 2 bis 12 cm lang, umgekehrt lanzettförmig, gezähnt, die Seitennerven entspringen am Hauptnerv ziemlich senkrecht, wenden sich in 1/3 Entfernung vom Rande nach oben und greifen in einander. Diese sämtlichen Merkmale besitzt kein anderes Blatt.

Thee soll nicht unter 3 % und nicht über 7 % Gesamtasche und nicht mehr als 1 % Sand enthalten.

Kakao.

Zur Herstellung des Kakao werden die Früchte des Kakaobaumes (Theobroma cacao) aufgeschnitten, die darin befindlichen Samen herausgenommen und 24 Stunden in Haufen einer Selbstgärung überlassen (Rotten) und getrocknet. Die Samen werden dann zur Entfernung der Schalen und Keime erhitzt und geschält. Kakao

Die Keimlappen kommen teils gemahlen, teils entfettet und gemahlen als Kakao in den Handel.

Nach dem holländischen Verfahren werden Schalen und Keime durch Quellen in alkalischem Wasser von den Keimlappen getrennt.

Theobromin

Die wertvollen Bestandteile des Kakao sind Theobromin ($C_7H_8N_4O_2$), Koffeïn, Kakaofarbstoff und Fett.

Chokolade

Kakao mit Zucker und Gewürzen gemischt heisst Chokolade.

Fälschungen des Kakao erfolgen durch Beimengung von Mineralsubstanzen, Kakaoschalen, minderwertigen Pulvern, Entziehung von Fett oder Ersatz desselben durch minderwertige Fette, solche von Chokolade durch Übermass von Zucker, Beimengung von Stärkemehl, Ersatz des Fettes durch minderwertige Fette u. s. w.

Kakao soll nicht mehr als 5 % Asche und 5 % Rohfaser enthalten, das Fett soll zwischen 29 und 32° C schmelzen.

Die mittlere Zusammensetzung der alkaloïdhaltigen Genussmittel ist nach König folgende:

Tabelle XXII.

In 100 g %	Kaffee	Thee	Kakao
Wasser	1.81	11.49	3.63
Alkaloïd	0.97	1.35	1.40
Sticksoffsubstanzen	12.20	21.22	13.09
Ätherisches Öl	—	0.67	—
Fett	12.03	3.62	49.32
Dextrin, Gummi, Zucker	1.01	7.13	—
Gerbsäure	22.60	12.36	—
Stärkemehl	—	—	13.25
Sonstige stickstofffreie Subst.	—	16.75	13.18
Holzfaser	44.57	20.30	3.65
Asche	4.81	5.11	3.48

Bei der Untersuchung der Genussmittel muss man meist auf die Bestimmung der eigentlich wertvollen Bestandteile (Alkaloïde und ätherische Öle), wegen Mangel an quantitativ genauen Methoden verzichten. Untersuchung

Der Nachweis von Fälschungen mit vegetabilischen minderwertigen Stoffen ist am sichersten durch das Mikroskop zu führen, wozu die schon genannten Werke hinreichenden Aufschluss geben, man versäume aber nicht, sich genügende Übung durch Herstellung von Kontrollpräparaten und Mischungen zu verschaffen.

Die Bestimmung von Wasser und Asche erfolgt in 10 g Substanz nach den bekannten Methoden; zur Bestimmung von Sand wird die Asche aus 10 g Substanz mit 25 ccm Salzsäure von 10 % übergossen, $^1/_4$ Stunde stehen gelassen, durch ein aschefreies Filter filtriert und das Filter mit Rückstand nach dem Trocknen neuerdings verascht und nach dem Erkalten im Exsikator gewogen. Sand

Zur Bestimmung der Extraktausbeute wägt man in einem 300 ccm Becherglas 10 g Substanz ab, bringt 250 ccm Wasser und einen Glasstab hinzu und stellt abermals das Gewicht fest. Extrakt

Nun kocht man $^1/_4$ Stunde, vom ersten Wallen an, und füllt nach dem Erkalten zum ursprünglichen Gewicht auf. Nach gutem Durchmischen filtriert man und bestimmt das spezifische Gewicht des Filtrates mittelst der Westphalschen Wage bei 15° C.

Man schlägt nun in der Schultzeschen Tabelle den entsprechenden Extraktgehalt in 100 g Lösung auf $= e$. Den wirklichen Extraktgehalt erfährt man dann nach folgender Umrechnung:

a = Wassergehalt in 10 g Substanz
e = Extrakt nach Schultze in 100 g Lösung.

Der Extrakt aus 10 g ist dann $= \frac{(250 + a) \times e}{100 - e}$ g.

Beispiel: Wassergehalt = 14.10 % somit a = 1.41 g
Spez. Gewicht der Lösung 1.0080, somit e = 2.07 g

$$10 \text{ g geben } \frac{(250 + 1.41) \times 2.07}{97.93} = 4.272 \text{ g Extrakt}$$

Die Extraktausbeute ist somit 42.72 %.

Es ist zur Vergleichung zweckmässig, alle Zahlen auf Trockensubstanz zu berechnen.

Die Bestimmung der Einzelbestandteile erfolgt nach den allgemeinen Methoden.

Tabelle XXIII.

Extrakt - Tabelle

nach Schultze.

100 g Lösung enthalten g Extrakt.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.000	.	0 03	0.05	0.08	0 10	0.13	0.16	0 18	0.21	0.24
1	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.50
2	0.52	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.76
3	0.79	0.81	0.84	0.87	0.89	0.92	0.94	0.97	1.00	1.02
4	1.05	1.08	1.10	1.13	1.15	1.18	1.21	1.23	1.26	1.29
5	1.31	1.34	1.36	1.39	1.41	1.44	1.46	1.49	1.51	1.54
6	1.56	1.59	1.62	1.64	1.67	1.69	1.72	1.74	1.74	1.79
7	1.82	1.84	1.87	1.90	1.92	1.95	1.97	2.00	2.02	2.05
8	2.07	2.10	2.12	2.15	2.17	2.20	2.23	2.25	2.28	2.30
9	2.33	2.35	2.38	2.41	2.43	2.46	2 48	2.51	2.53	2.56
1.010	2.58	2.61	2.64	2.66	2.69	2.71	2 74	2.76	2.79	2.82
1	2.84	2.87	2.89	2.92	2.94	2.97	2.99	3.02	3.05	3.07
2	3.10	3.12	3.15	3.17	3.20	3.23	3.25	3.28	3.30	3.33

Tabak.

Tabak

Unter Tabak versteht man die zum Rauchen, Kauen oder Schnupfen zubereiteten Blätter des Tabakkrautes. Die gepflückten Blätter werden einer Selbst-

gärung unterworfen, getrocknet, geschnitten und je nach ihrer Verwendung mit aromatischen oder beizenden Zusätzen behandelt (sauciert).

Die wertvollen Bestandteile sind Nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) und Tabakskampher. Nikotin

Fälschungen werden vorgenommen durch Zusatz der verschiedensten fremden Blätter, deren Nachweis auf mikroskopischem Wege geführt wird, bei Schnupftabak durch Zusatz von Mineralsubstanzen, deren Nachweis durch eine Aschen- und Sandbestimmung erfolgt. Da jedoch Tabak einen abnorm hohen Aschengehalt besitzt, so kann eine Beanstandung erst erfolgen, wenn die Gesamtasche 30%, der Sandgehalt 3% der Trockensubstanz überschreitet.

Hygienisches Interesse bietet die Thatsache, dass aus Bleifolien in den Tabak (Schnupftabak) massenhaft Blei übergeht und Erkrankungen verursacht.

Zum Nachweis des Bleis wird der Tabak verascht, die Asche in Salpetersäure gelöst und hierin das Blei nach der Methode auf Seite 277 nachgewiesen und bestimmt.

Gewürze.

Pflanzenstoffe, welche wegen eines ausgeprägten, scharfen, aromatischen oder lieblichen Geruchs und Geschmacks sich zum Würzen von Speisen und Getränken eignen und zur besseren Resorption der Nahrungsstoffe beitragen, indem sie auf manche Organe einen wohlthätigen Einfluss üben, heissen Gewürze.

Die wesentlichen Bestandteile sind teils ätherische Öle, teils aromatische Körper oder Harze.

Als Gewürze finden hauptsächlich Verwendung:

1. Früchte: Pfeffer, Piment, Paprika, Muskatnüsse (und -blüte), Kardamomen, Vanille, Anis, Kümmel, Koriander, Senf.
2. Blüten: Gewürznelken, Safran, Kapern.

3. Rinden: Zimmt, Galgant.
4. Wurzeln: Ingwer.
5. Knollen: Zwiebel, Knoblauch.

Fälschungen der Gewürze, besonders der gestossenen finden statt durch Beimengung fremder oder minderwertiger pflanzlicher Bestandteile (Beimengung von bereits extrahierten Gewürzen) oder von Mineralstoffen.

Gesundheitsschädliche Stoffe werden zur Fälschung der Gewürze selten verwendet, es handelt sich also bei der Beurteilung lediglich um die Wertverminderung.

Die Untersuchung der Gewürze erstreckt sich hauptsächlich auf eine mikroskopische Untersuchung und die Bestimmung von Wasser, Asche und Sand.

Auf eine Bestimmung der wertvollen Bestandteile muss aus denselben Gründen, wie bei den Genussmitteln verzichtet werden.

Die Methoden zur Bestimmung von Wasser, Asche und Sand sind bei den Genussmitteln Seite 271 angegeben. Im Sand aus Pfeffer findet man häufig rote Körnchen, welche oft für zugesetztes Ziegelmehl gehalten wurden; es ist dies Thon, der erst durch das Glühen und Behandeln mit Salzsäure diese Farbe annimmt und der den Pfefferkörnern äusserlich vom Sammeln her anhaftet.

Für die Beurteilung kann man folgende Zahlen an Gesamtasche und Sand in der Trockensubstanz zu Grunde legen:

	Gesamtasche	Sand
Pfeffer schwarz . .	7.5	2.0
„ weiss . . .	3.5	1.0
Paprika	7.0	1.0
Gewürznelken . . .	5.5	—
Zimmt	6.0	1.0
Piment	5.0	2.0
Muskatblüte . . .	2.0	—
Safran	6.0	—

VII.

Untersuchung der Gebrauchsgegenstände.

Als Gebrauchsgegenstände im Sinne des Gesetzes vom 14. Mai 1879 sind alle jene Stoffe anzusehen, welche erfahrungsgemäss im Hause oder im menschlichen Haushalt zur Herstellung und Aufbewahrung von Nahrungs- und Genussmitteln oder in irgend einer Weise z. B. zur Beleuchtung, zum Spielen, zu kosmetischen Zwecken, zur Ausstattung der Wohnung u. s. w. Verwendung finden.

Genauer geregelt ist in Deutschland der Verkehr mit diesen Gebrauchsgegenständen durch folgende Verordnungen und Gesetze:

1. vom 24. Februar 1882, Petroleum betr.,
2. „ 25. Juni 1887, blei- und zinkhaltige Gegenstände betr.
3. „ 5. Juli 1887, gesundheitsschädliche Farben betr.

Kochgeschirre.

Zu Kochgeschirren und zum Aufbewahren von Nahrungs- und Genussmitteln kommen Gefässe von Holz, Thon (Steingut, Fayence, Porzellan, irdene Geschirre) und Metall (Eisen, Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Nickel und verschiedene Legierungen, wie Messing, Neusilber, Britanniametall u. s. w.) in Anwendung.

Die Thongeschirre werden, um sie dicht zu machen, mit einem undurchlässigen Überzug, der Glasur, versehen, welche ein leichtflüssiges Glas, meist Bleiglas, ist, das auf den porösen Thonwaren durch Einbrennen erzeugt wird.

Durch die Anwendung bleihaltiger Glasur, welche bei richtiger Mischung der Bestandteile und genügender Hitze beim Brennen als Bleisilikat unlöslich in verdünnten Säuren wird, ist die Möglichkeit gegeben, dass Blei in die im Gefässe bereiteten Speisen übergeht, wenn die oben genannten Bedingungen nicht erfüllt wurden.

Häufig finden auch giftige Farben zum Bemalen der Geschirre Verwendung, welche bei ungenügendem Einbrennen ebenfalls in Säuren löslich sind.

Von Metallgeschirren sind besonders verzinnte oder verzinkte oder emaillierte Eisengeschirre in Gebrauch. Zum Verzinnen wird häufig bleihaltiges Zinn genommen, als Email findet häufig schlecht bereitetes und ungenügend gebranntes Bleiglas Verwendung, so dass auch hier die Möglichkeit gegeben ist, dass Blei in die Speisen übergeht.

Das Gleiche gilt von zinnernen Geschirren und von Geschirren aus Legierungen, welche Blei enthalten.

Nach § 1 des Gesetzes vom 25. Juni 1887 dürfen Ess-, Trink- und Kochgeschirre, sowie Flüssigkeitsmasse nicht

1. ganz oder teilweise aus Blei oder einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metallegierung hergestellt,
2. an der Innenseite mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 1 Gewichtsteil Blei enthaltenden Metallegierung verzinnt oder mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metallegierung gelötet,
3. mit Email oder Glasur versehen sein, welche bei halbstündigem Kochen mit einem in 100 Gewichtsteilen 4 Gewichtsteile Essigsäure enthaltenden Essig an den letzteren Blei abgeben.

§ 2. Zur Herstellung von Mundstücken für Saugflaschen, Saugringen und Warzenhütchen darf blei- oder zinkhaltiger Kautschuk nicht verwendet sein.

Zur Herstellung von Trinkbechern und Spielwaren, mit Ausnahme der massiven Bälle, darf bleihaltiger Kautschuk nicht verwendet sein.

Zu Leitungen für Bier, Wein oder Essig dürfen bleihaltige Kautschukschläuche nicht verwendet werden.

§ 3. Geschirre und Gefässe zur Verfertigung von Getränken und Fruchtsäften dürfen in denjenigen Teilen, welche bei dem bestimmungsgemässen oder vorauszusehenden Gebrauche mit dem Inhalt in unmittelbare Berührung kommen, nicht den Vorschriften des § 1 zuwider hergestellt sein.

Konservenbüchsen müssen auf der Innenseite den Bedingungen des § 1 entsprechend hergestellt sein.

Zur Aufbewahrung von Getränken dürfen Gefässe nicht verwendet sein, in welchen sich Rückstände von bleihaltigem Schrote befinden.

Zur Packung von Schnupf- und Kautabak sowie Käse dürfen Metallfolien nicht verwendet sein, welche in 100 Gewichtsteilen mehr als 1 Gewichtsteil Blei enthalten.

Zur Prüfung der Geschirre, ob dieselben beim Kochen Blei abgeben, füllt man sie fast voll mit einer Essigsäurelösung von 4 % (spezifisches Gewicht 1.0052) und kocht sie eine halbe Stunde lang aus, indem man das verdampfende Wasser von Zeit zu Zeit ersetzt.

Die Lösung wird abfiltriert und in das Filtrat Schwefelwasserstoff eingeleitet — wenn hiedurch eine braune Färbung oder schwarze Fällung eintritt, so ist Blei, Zinn oder Kupfer in Lösung gegangen.

Man filtriert daher den entstandenen Niederschlag ab, wäscht ihn mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser gut aus und verschliesst dann das Trichterrohr durch einen Gummischlauch mit Quetschhahn.

Den Filterrückstand übergiesst man mit gelbem Schwefelammon und lässt bedeckt 1 Stunde stehen, worauf man unter Öffnen des Quetschhahns die Flüssigkeit abfliessen lässt, welche jetzt etwa vorhandenes Zinnsulfid gelöst hat.

Den Rückstand am Filter, Blei- oder Kupfersulfid, wäscht man mit schwefelammonhaltigem Wasser aus,

bringt ihn mit dem Filter in eine Porzellanschale, übergiesst ihn mit konzentrierter Salpetersäure und erwärmt auf dem Wasserbad bis zur völligen Lösung.

Blei

Man filtriert ab und versetzt das Filtrat mit Schwefelsäure, wenn hiedurch ein weisser schwerer Niederschlag entsteht (Bleisulfat), so war Blei in Lösung gegangen.

Zur quantitativen Bestimmung dampft man die salpetersaure, mit überschüssiger Schwefelsäure versetzte Bleilösung zur Trockne ein, übergiesst mit destillirtem Wasser und filtriert das unlöslich bleibende Bleisulfat ab, das man nach dem Trocknen in einem Porzellantiegel glüht und wägt.

1 g Bleisulfat entspricht 0.683 g Blei.

Zur Prüfung auf Kupfer verfährt man nach Seite 280.

Geschirre aus Messing oder Kupfer werden, wenn sie blank geputzt sind, durch saure Speisen wenig, durch Fett aber stark angegriffen. Zum Nachweis des Kupfers verfährt man nach Seite 280.

Geschirre aus Nickel oder vernickelte Eisengeschirre geben unter Umständen ebenfalls Metall an darin bereitete Speisen ab. Nach den Untersuchungen von Dr. Rohde und anderen sind Nickel- und vernickelte Geschirre nicht gesundheitsschädlich.

Zur Prüfung auf Zink verfährt man nach Seite 281.

Zink

Zur quantitativen Bestimmung des Zinks verfährt man in gleicher Weise, löst den erhaltenen Niederschlag von Zinksulfid in Salzsäure, filtriert und fällt das Filtrat unter Kochen mit einem Ueberschuss von Natriumkarbonatlösung (alkalische Reaktion auf Kurkuma-Papier), wäscht gut aus und trocknet das erhaltene Zinkkarbonat. Dasselbe wird dann in einem Porzellantiegel geglüht und als Zinkoxyd gewogen.

1 g Zinkoxyd = 0.8026 g Zink.

Farben und Spielwaren.

Nach § 1 des Gesetzes vom 5. Juli 1887 dürfen gesundheitsschädliche Farben zur Herstellung und zum Umhüllen von Nahrungs- und Genussmitteln nicht verwendet werden.

Gesundheitsschädliche Farben und Farbzubereitungen sind solche, welche Antimon, Arsen, Baryum, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zink, Zinn, Gummigutt, Korallin, Pikrinsäure (und Dinitrokresol) enthalten.

Ausgenommen sind Baryumsulfat, Barytfarblacke, welche von kohlensaurem Baryum frei sind, Chromoxyd, metallisches, Kupfer, Zinn, Zink und deren Legierungen, Zinnober, Zinnoxyd und in Glasmassen, Glasuren, Emails eingebrannte Farben.

Für Spielwaren sind ausserdem noch ausgenommen: Schwefelantimon und Schwefelkadmium in Gummimasse, Bleioxyd in Firnis, Bleiweiss in Wachsguss bis 1%, chromsaures Blei in Öl- oder Firnisfarbe, oder mit Lack oder Firnisüberzug, in Wasser unlösliche Zinkverbindungen.

Zur Untersuchung nimmt man ½ g Farbe oder die von einem Stück einer Spielware abgekratzte Farbe in Arbeit, löst sie heiss in Salpetersäure und verfährt folgendermassen:

Gruppe I. Salzsäureniederschlag.

Die salpetersaure Lösung wird filtriert und mit Salzsäure versetzt, ein entstehender weisser Niederschlag wird nach dem Kochen abfiltriert.

Man versetzt den Niederschlag mit Ammoniak:

färbt er sich schwarz, so ist Quecksilber vorhanden; Quecksilber

löst er sich auf, so ist Silber vorhanden; Silber

bleibt er unverändert, so besteht er aus Bleichlorid, löst sich in viel heissem Wasser und beweist Gegenwart von Blei.

Gruppe II. Niederschlag durch Schwefelwasserstoff in saurer Lösung.

In das Filtrat vom Salzsäureniederschlag wird Schwefelwasserstoff eingeleitet, der Niederschlag wird abfiltriert und mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser ausgewaschen.

Der Niederschlag kann enthalten:

a) löslich in Schwefelammon: Arsen-, Antimon-, Zinnsulfid.

b) unlöslich in Schwefelammon: Blei-, Kupfer-, Kadmiumsulfid;

(Silber und Quecksilber sind bereits ausgefällt.)

Man übergiesst daher den Niederschlag mit gelber Schwefelammonlösung (vergl. Seite 277), filtriert einen nach β) zu untersuchenden, etwa verbleibenden Rückstand ab und wäscht ihn mit schwefelammonhaltigem Wasser aus.

α) Die Filtrate versetzt man zur Zersetzung des Schwefelammons mit verdünnter Schwefelsäure, kocht und filtriert den Rückstand, der aus weissem Schwefel und den Sulfiden von Arsen, Antimon oder Zinn bestehen kann, ab. Man erwärmt den Rückstand mit konzentrierter Salzsäure,

unlöslich bleibt Schwefel: weiss;

Arsen — Schwefelarsen: gelb;

der Nachweis des Arsens erfolgt im Marshschen Apparat. (Seite 285.)

Es lösen sich: Schwefelantimon, Schwefelzinn.

Antimon — Die Lösung erwärmt man mit Zink, filtriert und übergiesst die ausgeschiedenen schwarzen Metallflocken mit Salzsäure; unlöslich bleibt Antimon (nachweisbar im Marshschen Apparat), in Lösung

Zinn — geht Zinn. Man versetzt die filtrierte Lösung mit Quecksilberchloridlösung, bei Gegenwart von Zinn bildet sich ein weisser oder grauer Niederschlag. (Quecksilberchlorid oder Quecksilber.)

β) Den in Schwefelammon unlöslichen, ausgewaschenen Teil des Schwefelwasserstoffniederschlages löst man in einer Porzellanschale in heisser Salpetersäure, filtriert von dem ausgeschiedenen Schwefel ab und versetzt das Filtrat mit Schwefelsäure:

Blei — Ein weisser Niederschlag (Bleisulfat) beweist Gegenwart von Blei.

Das Filtrat wird mit Ammoniak übersättigt:

(Weisse Fällung bei Gegenwart von Wismuth.)

Kupfer — Es tritt eine blaue Färbung ein: Kupfer:

Man versetzt einen Teil der Lösung mit Essigsäure und Kaliumferrocyanidlösung. bei Gegenwart von Kupfer entsteht eine rotbraune Fällung von Kupferferrocyanid.

Man versetzt die blaue Lösung mit Cyankaliumlösung bis zur Entfärbung, dann mit Schwefelwasserstoffwasser: Kadminm

ein gelber Niederschlag beweist Gegenwart von Kadmium.

Gruppe III. Schwefelammonniederschlag.

Das Filtrat vom Schwefelwasserstoffniederschlag aus der salpetersauren, mit Salzsäure gefällten Lösung wird mit Ammoniak übersättigt und mit Schwefelammon versetzt; ein entstehender Niederschlag kann herrühren von Eisen, Chrom, Thonerde, phosphorsauren oder oxalsauren Erdalkalien, Mangan, Zink, Kobalt, Nickel, Uran. Von Interesse ist hier nur der Nachweis von Zink, Uran und Chrom.

Man filtriert den entstandenen Niederschlag ab, wäscht ihn mit schwefelammonhaltigem Wasser aus, löst ihn in verdünnter Salzsäure, setzt einige Tropfen Salpetersäure zu und kocht.

Man übersättigt die Lösung stark mit Kaliumhydratlösung und filtriert einen entstehenden Niederschlag ab. Das Filtrat ist bei Gegenwart von Chrom grün, giebt bei andauerndem Kochen einen graugrünen Niederschlag von Chromoxydhydrat und wird farblos. Chrom

In das farblose Filtrat leitet man Schwefelwasserstoff ein, ein entstehender weisser Niederschlag beweist Gegenwart von Zink. Zink

Das Filtrat von diesem Niederschlag wird mit Salpetersäure übersättigt und mit Kaliumferrocyanidlösung versetzt, bei Gegenwart von Uran entsteht ein brauner Niederschlag. Uran

Gruppe IV. Schwefelammonfiltrat.

Das Filtrat von Schwefelammonfiltrat kocht man mit Salzsäure, filtriert den ausgeschiedenen Schwefel ab und versetzt das klare Filtrat mit Schwefelsäure: eine weisse Fällung (Baryumsulfat) beweist Gegenwart von B a r y u m.

P i k r i n s ä u r e (Trinitrophenol).

Pikrinsäure

Zum Nachweis von Pikrinsäure kocht man die Farbe mit Alkohol aus und verdampft die Lösung zur Trockne. Man nimmt den Rückstand mit Wasser auf, die gelbe Lösung schmeckt intensiv bitter und färbt Haut und tierische Wolle intensiv und dauernd gelb.

Versetzt man die Lösung mit einer Lösung von Kaliumcyanid und Kalihydrat, so entsteht beim gelinden Erwärmen eine tiefrote Flüssigkeit durch Bildung von Isopurpursäure.

Erwärmt man die Lösung mit Kalilauge und etwas Traubenzucker, so tritt ebenfalls Rotfärbung infolge der Bildung von Pikraminsäure ein.

Dinitrokresol

D i n i t r o k r e s o l (Alkali- und Kalksalze verschiedener Nitrokresole, auch Safransurrogat genannt), das nach neueren Untersuchungen ebenfalls giftig ist, wird aus der wässerigen Lösung durch Salzsäure gefällt, die Flüssigkeit wird gleichfalls farblos.

Neutralisiert man die Salzsäure durch metallisches Zink, so entsteht nach einiger Zeit eine blutrote Färbung (bei Pikrinsäure Blaufärbung.)

Gummigutt

G u m m i g u t t (Gutti, Gambogia) ist das Harz der Gummiguttbäume (Garciniaarten), ist mit gelber Farbe in Äther, Alkohol und Choroform löslich, in Wasser mit gelber Farbe emulsionsartig verteilbar. Die alkoholische Lösung wird durch konzentrierte Schwefelsäure rot gefärbt, durch Wasserzusatz wird das Harz gelb niedergeschlagen. Zinkchlorid giebt mit alkoholischer Gummiguttlösung einen gelben Niederschlag. Chlorwasser entfärbt die Lösung des Gummigutts.

Korallin ist ein roter Farbstoff, der in unreinem Zustand ein Gemisch verschiedener Substanzen bildet und häufig die giftigen Ausgangsstoffe der Darstellung: Oxalsäure, Phenol, Arsensäure, enthält. Durch Säuren wird die rote Lösung zu gelb entfärbt. Korallin

Über die Schädlichkeit der sonstigen Theerfarbstoffe sind die Ansichten noch geteilt.

Vergl. Th. Weyl, Die organ. Farbstoffe etc. Berlin 1889;
zur Untersuchung: Vogel, Prakt. Spektralanalyse. Berlin 1889;
zur Bestimmung der Farben auf Stoffen: R. Lepetit, Zeitschrift für angewandte Chemie. 1888. 535.

Nachweis des Arsens

in Farben, Tapeten, Kleiderstoffen, Buntpapieren etc.

Arsenhaltige Farbstoffe, und zwar Schweinfurter-, oder Scheelsches, oder Berggrün (arseniksaures Kupfer), Realgar [rot] (roter Arsenik, Rubinschwefel), Auripigment [gelb] (Operment, Rauschgelb), finden Anwendung zum Anstrich von Zimmern, zum Bedrucken von Tapeten, Kleider- oder Möbelstoffen.

Theerfarbstoffe, welche mittelst Arsensäure als Reduktionsmittel hergestellt werden, können gleichfalls arsenhaltig sein.

Endlich kann Arsen auf Kleiderstoffe gelangen durch Anwendung arsenhaltiger Beizen, welche zur Fixierung von Theerfarbstoffen auf pflanzlichen Fasern dienen.

Um Gesundheitsschädigungen durch arsenhaltige Farben oder Stoffe zu begegnen, bestimmen die §§ 1, 2, 3 und 4 des Gesetzes vom 5. Juli, dass unter andern auch arsenhaltige Farben nicht zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln, zur Herstellung von Gefässen, Umhüllungen oder Schutzbedeckungen, welche zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln dienen, zur Herstellung von kosmetischen Mitteln, Spielwaren verwendet werden dürfen.

Ferner bestimmt § 5: Zur Herstellung von Buch- und Steindruck auf den in §§ 2, 3 und 4 bezeichneten Gegenständen dürfen nur solche Farben nicht verwendet werden, welche Arsen enthalten.

Ferner § 7: Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Stoffen zu Vorhängen oder Bekleidungsgegenständen, Masken, Kerzen sowie künstlichen Blättern, Blumen und Früchten dürfen Farben, welche Arsen enthalten, nicht verwendet werden.

Auf die Verwendung arsenhaltiger Beizen oder Fixierungsmittel zum Zwecke des Färbens oder Bedruckens von Gespinnsten oder Geweben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. Doch dürfen derartig bearbeitete Gespinnste oder Gewebe zur Herstellung der in Abs. 1 bezeichneten Gegenstände nicht verwendet werden, wenn sie das Arsen in wasserlöslicher Form oder in solcher Menge enthalten, dass sich in 100 qcm des fertigen Gegenstandes mehr als 2 mg Arsen vorfinden. Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Fertigstellung des Arsengehalts anzuwendende Verfahren zu erlassen.

§ 8. Die Vorschriften des § 7 finden auch auf die Herstellung von Schreibmaterialien, Lampen- und Lichtschirmen, sowie Lichtmanschetten Anwendung

§ 9. Arsenhaltige Wasser- oder Leimfarben dürfen zur Herstellung des Anstrichs von Fussböden, Decken, Wänden, Thüren, Fenstern der Wohn- und Geschäftsräume, von Roll-, Zug oder Klappläden und Vorhängen, von Möbeln und sonstigen häuslichen Gegenständen nicht verwendet werden.

§ 10. Auf die Verwendung von Farben, welche die im § 1 Abs. 2 bezeichneten Stoffe nicht als konstituierende Bestandteile, sondern als Verunreinigungen, und zwar höchstens in einer Menge enthalten, welche sich bei den in der Technik gebräuchlichen Darstellungsverfahren nicht vermeiden lässt, finden die Bestimmungen der §§ 1—9 nicht Anwendung.

§ 11. Auf die Färbung von Pelzwaren finden die Bestimmungen des Gesetzes nicht Anwendung.

Zur quantitativen Bestimmung des Arsengehalts der im Gesetz genannten Gegenstände ist für das deutsche Reich eine Methode veröffentlicht worden, deren Einzelheiten hier nicht gegeben werden können. Eine weitere Methode ist von Dr. Mayrhofer angegeben worden.*)

Zur Vorprüfung genügt jedoch der qualitative Nachweis des Arsens in Verbindung mit einer Schätzung der Menge aus der Stärke der Reaktion.

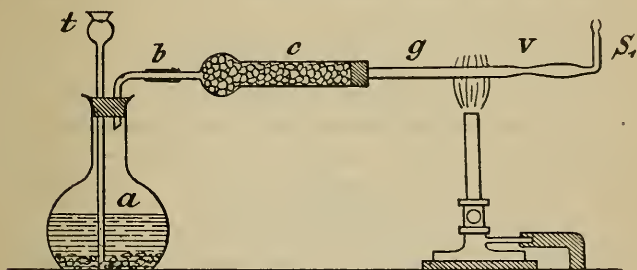
*) Bericht über die 7. Versamml. bayr. Vertreter d. angew. Chemie. Berlin 1889.

Gleichzeitig ist die Prüfung auf Antimonverbindungen, deren Gegenwart in Kleidungsstoffen schon häufig Anlass zu Entzündungserscheinungen der Haut gegeben hat, ausführbar.

Zur qualitativen Prüfung auf Arsen wird von Tapeten und Kleiderstoffen ein Stück von 1 qdm, das alle Farben umfassen muss, klein geschnitten, von Farben wird etwa 1/4 g genommen, mit absolut arsenfreier Salzsäure übergossen und eine Stunde stehen gelassen. Arsen

Man stellt sich unterdessen einen „Marshschen Apparat" zusammen, bestehend aus einem Gasentwicklungskolben *a*, einem Chlorcalciumrohr *c* zum Trocknen des Gases und einer schwer schmelzbaren Glasröhre *g* von etwa 4 mm Weite, welche an einer Stelle verengt v, umgebogen und zu einer Spitze S_1 ausgezogen ist.

Fig. 63.



In den Gasentwicklungskolben gibt man arsenfreies Zink und soviel Wasser, dass das Trichterrohr *t* eben abgesperrt ist und fügt dann durch letzteres 2 Tropfen Platinchlorid- oder Kupfersulfatlösung (zur Beschleunigung der Gasentwicklung) und absolut arsenfreie Salzsäure zu, und wartet, bis der sich entwickelnde Wasserstoff alle Luft aus dem Apparat verdrängt hat. Dann zündet man den Wasserstoff an der Ausströmungsspitze an und erhitzt gleichzeitig das schwer schmelzbare Glasrohr vor der Verengung.

Man lässt so den Apparat 10 Minuten lang in Gang und überzeugt sich, dass an der verengten Stelle keine Ablagerung eines Metallspiegels eintritt, dass also die Reagentien frei von Arsen sind.

Nun giesst man die salzsaure Lösung der Farben in den Apparat und lässt neuerdings 10 Minuten lang glühen.

Bei Gegenwart von Arsenverbindungen bildet sich gasförmiger Arsenwasserstoff, der an der glühenden Stelle zerlegt wird in Wasserstoff und metallisches Arsen, das sich an der kalten, verengten Stelle deutlich als braunschwarzer, glänzender Metallspiegel absetzt.

Antimon

Da jedoch auch Antimonverbindungen einen (allerdings matten, grauen) Spiegel liefern, so ist eine Identitätsprüfung erforderlich.

In einer Lösung von chlorfreiem, unterchlorigsaurem Natron (hergestellt durch Fällen von Chlorkalklösung mit Natriumkarbonatlösung) lösen sich die Arsenflecke leicht, Antimonflecke nicht.

Man leitet das Gas, ohne zu glühen, in eine Lösung von salpetersaurem Silber: bei Gegenwart von Arsen fällt schwarzes, metallisches Silber aus, das Arsen bleibt in Lösung und liefert, nachdem alles Silber mit überschüssiger Salzsäure ausgefällt ist, mit Schwefelwasserstoff eine gelbe Fällung von Arsensulfür; Antimon hingegen fällt mit dem Silber aus und die Lösung bleibt (nach der Fällung des Silbers mit Salzsäure) mit Schwefelwasserstoff klar.

Nach diesem Verfahren lassen sich Arsenmengen erkennen, welche auf 100 qcm Stoff u. s. w. weniger als 2 mg betragen. Es ist daher zweckmässig, sich Vergleichsspiegel herzustellen aus einer Menge von 2 mg arseniger Säure (0.2 g arsenige Säure mit etwas Salzsäure auf 1 Liter gelöst und hievon 10 ccm zur Untersuchung genommen) und diese Spiegel zugeschmolzen aufzubewahren.

Zur Vergleichung ist es jedoch nötig, stets möglichst gleichmässig zu arbeiten.

Kosmetische Mittel.

Nach § 3 des Gesetzes vom 5. Juli 1887 dürfen zur Herstellung von kosmetischen Mitteln zur Pflege, Reinigung oder Färbung der Haut, des Haares oder der Mundhöhle (Seifen, Pomaden, Mundwasser, Zahnwasser Zahnpulver, Zahntinkturen, Zahnseifen, Zahnlatwergen, Pasten, Schminken, Haarwasser, Haarfärbemittel, Haaröle, Schönheitswasser, Coldcream, Lippenpomade, Puder) die in § 1 Abs. 2 bezeichneten Stoffe nicht verwendet werden mit Ausnahme von schwefelsaurem Baryt (Schwerspath, blanc fixe), Schwefelkadmium, Chromoxyd, Zinnober, Zinkoxyd, Schwefelzink, Kupfer, Zinn, Zink und deren Legierungen in Form von Pulver.

Die Untersuchung wird nach dem angegebenen allgemeinen Gang S. 279 vorgenommen.

Litteratur über Gebrauchsgegenstände:

E. Sell: Über blei- und zinkhaltige Gegenstände. Arbeiten a. d. kais. Gesundheitsamt II. 112.

Technische Erläuterungen zu dem Entwurf eines Gesetzes, betr. die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben etc. a. a. O. II. 232.

R. Kayser, Vereinbarungen. 223.

Gespinnstfasern.

Zur Herstellung von Kleiderstoffen oder Möbelzeug werden tierische und pflanzliche Fasern benützt.

Von tierischen Stoffen finden Verwendung: Wolle (Schafwolle, Angora, Alpakawolle), Seide; von pflanzlichen: Lein, Hanf, Baumwolle, Jute, Nessel u. s. w.

Zur Untersuchung, ob ein Gewebe pflanzliche Fasern enthält, kocht man nach Molisch ein Stückchen des Gewebes mit Wasser und wäscht es tüchtig aus. Dann übergiesst man das Gewebe mit 2 Tropfen einer 10 prozentigen Thymollösung und 2 ccm Schwefelsäure und schüttelt: bei Gegenwart von pflanzlichen Fasern tritt eine Rotfärbung ein, eine Reaktion der Kohlehydrate,

welche durch die Schwefelsäure aus der Cellulose gebildet werden. Tierische Fasern geben diese Reaktion nicht.

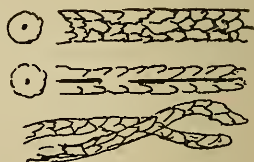
Die Unterscheidung erfolgt am sichersten auf mikroskopischem Wege.

Zur Untersuchung zerzupft man einen Faden, bringt ihn auf dem Objektträger in einen Tropfen Wasser, bedeckt mit einem Deckglas und untersucht bei 300facher Vergrösserung.

Aus den vielen gegenwärtig verwendeten Spinnfasern können nur folgende hervorgehoben werden:

Tafel III.

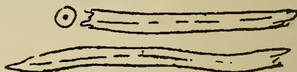
1. Faser dick, rund, mit dachziegelförmigen Hautschuppen; oft fortlaufende oder unterbrochene Kanäle, mit Anilinsulfat keine Färbung: Wolle.



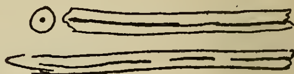
2. Faser sehr dünn, völlig rund und glatt, stark glänzend, ohne Kanal, mit Anilinsulfat keine Färbung: Seide.



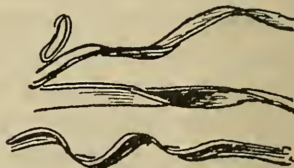
3. Faser stärker als Seide, rund, wenig gedreht, mit dünnem Längskanal; mit Anilinsulfat schwach färbend: Lein.



4. Faser wie 3, mit Anilinsulfat gelb färbend, Längskanäle und paralelle Streifung: Hanf.



5. Faser flach, bandartig gewunden, mit deutlichem Kanal: Baumwolle.



Litteratur: Dammer: Lexikon d. Verfälschungen. 1887. S. 839.
v. Höhnel: Mikrosk. d. techn. verwend. Faserstoffe. 1887.

VIII.

Baumaterialien, Ventilation und Beleuchtung.

Baumaterialien.

Als Baumaterialien für unsere Wohnungen dienen hauptsächlich Steine und zwar

Bruchsteine: Sandstein, Granit, Basalt, Kalkstein;
künstliche Steine: Ziegel-, Klinker-, Kokssteine.

Als Bindemittel wird hiezu Luftmörtel, ein Gemenge von Ätzkalk, Sand und Wasser verwendet, seltener Cementmörtel.

Ferner Holz und Metalle (hauptsächlich Eisen).

Zur Untersuchung verschafft man sich von Steinen zweckmässig Würfel von 10 cm Seitenlänge, also rechtwinklige Stücke von 1000 ccm Inhalt; für gewisse Bestimmungen genügen kleinere, unregelmässige Stücke von 100—200 ccm. **Probenahme**

Von Holz wählt man zweckmässig geformte Stücke aus, die dem Lagerungsverhältnis des Holzes Rechnung tragen, da es nicht gleichgiltig ist, ob Holz nach der Längs- (Langholz) oder Radialrichtung (Stirnholz) untersucht wird.

Bestimmung des Porenvolumens von Steinen.

a) Ein Stück lufttrockener Stein wird genau abgewogen, dann in eine Schale mit kochendem Wasser gebracht und darin so lange gekocht, bis alle Luftblasen entwichen sind.

Porenvolumen der Steine

Nach der Abkühlung in kaltem Wasser trocknet man den Stein äusserlich gut ab und wägt neuerdings: Die Gewichtszunahme in g ist gleich dem Porenvolumen in ccm, gleich dem Gewichte oder Volumen des aufgenommenen Wassers.

Gesamtvolumen

b) Man ermittelt nun das Gesamtvolumen des Steines. Auf einer Wage tariert man ein Wasser enthaltendes Becherglas genau und hängt dann den Stein an einem feinen Messingdraht so auf, dass er vollständig im Wasser schwebt. Der Stein wird nun ebensoviel g Wasser verdrängen, als er ccm Volumen besitzt; das Gewicht, das man auflegen muss, um die Wage wieder ins Gleichgewicht zu bringen, ist das Gesamtvolumen des Steins in ccm.

Man rechnet dann das Porenvolumen auf Prozente des Gesamtvolumens um, z. B.:

1 Stück Ziegelstein wog trocken 85 g
Nach dem Kochen im Wasser 105 g
Zunahme = Porenvolumen 20 g = 20 ccm.

Auf der Wage verdrängte der Stein 80 g Wasser; sein Gesamtvolumen war also 80 ccm.

In 80 ccm Gesamtvol. waren somit 20 ccm Porenvolumen,
„ 100 ccm „ sind somit $\frac{100 \times 20}{80}$ ccm Porenvol.,
d. h. das Porenvolumen des Steines ist 25 %.

Frostbeständigkeit.

Frostbeständigkeit

Zur Prüfung der Frostbeständigkeit natürlicher Steine werden dieselben in Würfelform von 7 cm Kantenlänge, deren gegenüberliegende Druckflächen genau geebnet sind, verwendet.

Künstliche Steine, Ziegelsteine etc. werden in der Form zum Versuch benützt, wie sie der Fabrikant liefert.

Diese Steinwürfel werden zunächst bei 30° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und nach dem Erkalten gewogen.

Alsdann wird durch Ausmessen oder mittelst der hydrostatischen Wage das Volumen ermittelt.

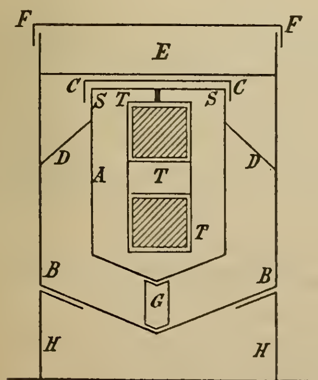
Das Gewicht des Würfels dividiert durch das Volumen ergiebt das spezifische Gewicht des Steines.

Bevor behufs Ermittelung des Volumens der in Wasser aufgehängte Stein gewogen wird, muss alle Luft aus den Poren desselben verdrängt werden. Dies geschieht dadurch, dass die Steinwürfel zunächst nur 2 cm tief in destilliertes Wasser von 15 bis 20° C getaucht werden, in welchem sie etwa 24 Stunden liegen bleiben. Erst nach und nach wird so viel Wasser zugegeben, dass sich die Steine vollständig unter Wasser befinden.

Nach 2 Tagen werden die Steine aus dem Wasser herausgenommen, mit einem Tuch gut abgetrocknet und in Wasser aufgehängt (hydrostatische Wage) gewogen.

Nunmehr bringt man die vollständig durchfeuchteten Steine in den von A. Blümcke konstruierten Gefrierapparat, von welchem Fig. 64 einen Querschnitt darstellt. Die Steine kommen auf das Drahtgestell *T*, welches an der Stange *S* aufgehängt ist und das sich in dem cylindrischen, unten trichterförmig verlaufenden und durch den Deckel *C* verschlossenen Blechgefäss *A* befindet. *A* ist in das grössere, gleich geformte Gefäss *B* so eingelassen, dass zwischen beiden ein Zwischenraum von 5 cm bestehen

Fig. 64.



bleibt, der mit einer Kältemischung ausgefüllt wird. *A* wird getragen durch die Stütze *G* und in seiner Lage durch die Drähte *D*, welche an entsprechenden Ösen befestigt sind, fixiert. Auf *B* ruht das durch den Deckel *F* verschliessbare, 5 cm hohe Gefäss *E*, das ebenfalls zur Aufnahme von Kältemischung dient. Die ganze Vorrichtung steht auf einem einfachen Gestell *H*. Das Gefäss *B* wird nach dem Versuch durch einen Heber entleert.

Als Kältemischung dient ein Gemenge von 3 Teilen zerkleinerten Eises und 1 Teil Kochsalz (sogen. Steinsalzmehl). Dadurch wird in dem Gefäss *A* eine Kälte von — 15 ° C erreicht. An einem in *A* befindlichen Thermometer wird die Temperatur abgelesen.

Die Steinwürfel bleiben 4 Stunden im Apparat (grössere Steine, z. B. Ziegelsteine 12 Stunden) und werden dann wieder in je ein, mit destilliertem Wasser gefülltes grosses Becherglas gebracht, in welchem sie ebenfalls 4 Stunden bleiben. Dann giebt man sie wieder in den Gefrierkasten u. s. w. bis sie 25mal gefroren und wieder aufgethaut sind; denn nur der Wechsel (Gefrieren und Aufthauen) bewirkt die Zerstörung.

Ein Versuch dauert demnach 8—10 Tage, da die Steine während der Nacht im Gefrierapparat bleiben.

Nach dem letztmaligen Gefrieren und Aufthauen werden die Steine nass gewogen und zwar in Luft und unter Wasser, dann bei 30 ° C getrocknet und wieder gewogen, und auf diese Weise ihr Volumen und ihr Trockengewicht nach dem Gefrieren und damit die Änderungen derselben, sowie auch ihr spezifisches Gewicht gefunden.

Die in dem Aufthauwasser befindlichen, vom Stein abgelösten Teilchen werden auf einem Filter gesammelt, getrocknet und gewogen.

Das filtrierte Aufthauwasser wird in einer Porzellanschale verdampft und der Rückstand nach dem Trocknen gewogen. Der in der letzterwähnten Weise bestimmte

(in Prozent umgerechnete) Verlust stimmt mit dem durch das Wiegen des Steines bestimmten nicht genau überein.

Ausserdem werden die Veränderungen (Abbröckeln, Risse, Sprünge etc.), welche der Stein beim jedesmaligen Gefrieren erleidet, genau notiert und Risse etc. mit farbigem Stift auf demselben angemerkt, und zwar geschieht dies nach jedesmaligem Gefrieren und Aufthauen.

Beispiel:

Tabelle XXIV.

Material	Spez. Gewicht	Wasser-aufnahme in Vol.-%	Zahl der Gefrierungen	Gewichts-verlust	Bemerkungen
weisser Sandstein von Langenzenn	1.97	22.6	2	5.0088	zeigt Sprünge und Ablösung grösserer Stücke.
grüner Sandstein von Ellingen .	2.00	24.1	3	0.7446	zeigt Risse durch das ganze Stück hindurch.
roter Sandstein aus Rothenfels a/M.	2.31	11.3	24	0.0820	zeigt keine makroskopische Veränderung.

Bestimmung des Wassergehaltes des Mörtels.

Beim Mörtel hat man zu unterscheiden zwischen dem als Lösemittel dienenden Wasser und dem chemisch gebundenen Wasser des Calciumhydrats, welches durch die Kohlensäure der Luft nach und nach ausgeschieden wird. Wassergehalt des Mörtels

Zur Bestimmung des als Lösungsmittel dienenden Wassers verfährt man nach Glaessgen folgendermassen:

Man nimmt von dem zu untersuchenden Mörtel gute Durchschnittsproben, indem man an verschiedenen Stellen des Zimmers sowohl von dem oberflächlichen

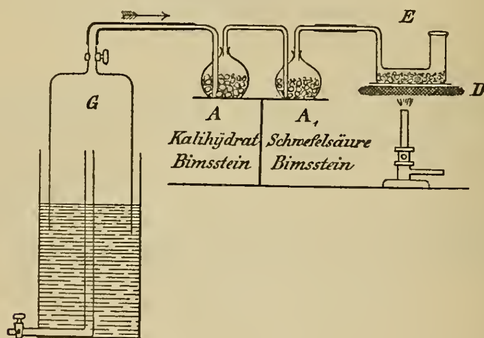
Verputz als auch von dem zwischen den Steinen befindlichen Mörtel Proben entnimmt, gut durchmischt und in einem Glas mit gut schliessendem Glasstopfen in das Laboratorium bringt.

Man trennt nun die feineren Teile des Mörtels von den gröberen, indem man die feineren durch ein Sieb reibt, dessen Maschen 2 mm Abstand haben. Nur der feinere Teil wird zur Prüfung auf Wasser verwendet.

Man wägt davon 20 g ab und bringt sie in eine Liebigsche Trockenente *E*, welche man auf ein mit Asbest bedecktes Drahtnetz *D* stellt (Fig. 65).

Über den Mörtel leitet man trockene, von Kohlensäure befreite Luft, indem man mittelst eines Gasometers *G*

Fig. 65.



einen schwachen Luftstrom erst durch ein Kölbchen *A* mit Kalihydratbimsstein zur Aufnahme von Kohlensäure, dann durch ein solches A_1 mit Schwefelsäurebimsstein zur Aufnahme von Wasser presst und gleichzeitig die Ente vorsichtig erhitzt.

Die trockene, von Kohlensäure befreite Luft nimmt aus dem Mörtel alles nicht chemisch gebundene Wasser auf. Man lässt nach 1 Stunde langem Erhitzen im kohlensäurefreien, trockenen Luftstrom erkalten und wägt und erhitzt neuerdings 1 Stunde, um zu ersehen, ob noch weiterer Verlust stattfindet.

Der Gesamtgewichtsverlust ist gleich dem im abgewogenen Mörtel vorhanden gewesenen, nicht chemisch gebundenen Wasser.

Lehmann und Nussbaum (Archiv f. Hygiene Bd. IX S. 139) bestimmen den Gehalt des Mörtels an freiem Wasser, indem sie die Durchschnittsprobe des Mörtels in einem Platinschiffchen abwägen und dann in einer Verbrennungsröhre bei 105—110° $1^1/_2$ Stunden lang trocknen, während ein konstanter, durch Kalihydratbimsstein von Kohlensäure und durch Schwefelsäurebimsstein von Wasser befreiter Luftstrom durchgesaugt wird.

Die Verbrennungsröhre hängt hiebei in einem aus einem Kupferblechcylinder gebildeten Luftbad, das durch zwei Flammen geheizt wird, während ein Thermometer die Temperaturregulierung gestattet.

Nach dem Erkalten im Exsikator wird das Schiffchen mit dem Mörtel wieder gewogen, die Gewichtsabnahme ist freies Wasser.

Diese Versuchsanordnung gestattet gleichzeitig mehrere (4—5) Proben zu trocknen und ausserdem fällt das lästige Springen der Liebigschen Enten weg.

Die Bestimmung des Hydratwassers bietet hygienisch wenig Interesse, nachdem konstatiert ist, dass dessen Menge gegenüber der des freien Wassers eine sehr geringe ist.

Lehmann und Nussbaum fanden, dass die Methode von Glaessgen zu geringe Werte liefert, und bestimmen das Hydratwasser im Anschluss an die Bestimmung des freien Wassers, indem sie das Platinschiffchen mit dem Mörtel in der Verbrennungsröhre stark glühen, während ein trockener, kohlensäurefreier Luftstrom hindurch geht. Das Wasser wird dann in einem gewogenen Absorptionsapparat mit konzentrierter Schwefelsäure aufgefangen.

Ventilation.

1. Natürliche Ventilation.

Natürliche Ventilation

Man kann sich zur Messung der sehr geringen Luftdruckunterschiede, welche die natürliche Ventilation durch die Poren der Wände und Decken unserer Wohnräume verursachen, des Recknagelschen Differenzialmanometers (Seite 45) bedienen.*)

Für gewöhnlich benützt man jedoch die Pettenkofersche Methode.

Man misst Bodenfläche und Höhe des zu untersuchenden Raumes, berechnet den Kubikinhalt und entwickelt darin eine beliebige Menge Kohlensäure, z. B. durch Verbrennen von Kerzen oder Entwickeln aus kohlensauren Salzen mittelst Säuren, mischt die Luft gut durch und entfernt die Kohlensäurequelle.

Man bestimmt nun den Kohlensäuregehalt der Luft, welche Bestimmung man in Abständen von 15 Minuten mehrmals wiederholt.

War natürliche Ventilation vorhanden, so hat eine Mischung und Verdrängung der kohlensäurehaltigen Luft durch Luft von aussen stattgefunden, man muss also dann weniger Kohlensäure finden, als beim vorhergehenden Versuch.

Seidelsche Formel

Die Menge der eingeströmten Luft, also die Grösse der natürlichen Ventilation, berechnet sich dann nach der Formel von Seidel:

$$x = 2.303 \times m \times \log. \frac{p_1 - a}{p_2 - a} \text{ cbm},$$

worin m = Kubikinhalt des Raumes in cbm,
p_1 = Kohlensäuregehalt am Anfang des Versuchs
p_2 = " " Ende " "
a = " der freien Luft
x = eingeströmte Luftmenge.

*) Vergl. Recknagel: Sitzungsber. d. k. b. Akad. d. Wissensch., 6. Juli 1878, 6. Dezember 1879 u. Zeitschrift f. Biologie. Bd. XV.

Beispiel: Ein leeres Zimmer ergab bei der Ausmessung

5.37 m Länge,
3.35 m Breite,
4.64 m Höhe.

Der Kubikinhalt des Zimmers ist also

$$5.37 \times 3.25 \times 4.64 = 80.98 \text{ cbm.}$$

Hievon ist in Abzug zu bringen der Kubikinhalt eines runden Ofens von 0.21 m Radius und 1.65 m Höhe, also

$$0.21 \times 0.21 \times 3.14 \times 1.65 = 0.234 \text{ cbm.}$$

Der wirklich freie Raum des Zimmers ist also

$$(80.98 - 0.23) = 80.75 \text{ cbm.}$$

(Für gewöhnlich braucht man in Zimmern keine Abzüge vom Produkt aus Grundfläche und Höhe für Öfen und Möbel zu machen, und für Fenster- und Thürnischen nichts hinzuzuzählen, da diese Korrekturen doch nie wesentliche Unterschiede machen.)

In diesem Raume wurden nun Kerzen angezündet, nach einstündigem Brennen ausgelöscht, die Luft im Zimmer mittelst Wedel gut durchmischt und darin eine Kohlensäurebestimmung nach der Pettenkoferschen Methode ausgeführt.

Nach 15 Minuten wurde eine zweite, und nach je weiteren 15 Minuten eine dritte, vierte und fünfte Kohlensäurebestimmung, und ebenso eine Kohlensäurebestimmung der freien Luft ausgeführt.

Die sämtlichen Resultate wurden auf 0° Temperatur und 760 mm Druck umgerechnet und ergaben:

	Kohlensäuregehalt	am Anfang des Versuchs	3.590‰
a)	„	nach 15 Minuten . .	3.372 „
b)	„	„ 30 „ . . .	3.170 „
c)	„	„ 45 „ . . .	3.080 „
d)	„	„ 60 „ . . .	2.806 „
	„	in freier Luft	0.350 „

Man berechnet nun die Ventilationsgrösse für je 15 Minuten, indem man die entsprechenden Werte in die Seidelsche Formel einsetzt: $m = 80.75$.

a) $p_1 = 3.59\ ^0/_{00}$ $p_2 = 3.372\ ^0/_{00}$ $a = 0.35\ ^0/_{00}$

$$x = 2.303 \times 80.75 \times \log. \frac{3.590 - 0.350}{3.372 - 0.350}$$
$$= 2.303 \times 80.75 \times 0.03026$$
$$= 5.64 \text{ cbm.}$$

b) $p_1 = 3.372\ ^0/_{00}$ $p_2 = 3.170\ ^0/_{00}$ $a = 0.350\ ^0/_{00}$

$$x = 2.303 \times 80.75 \times \log. \frac{3.373 - 0.350}{3.170 - 0.350}$$
$$= 5.6 \text{ cbm.}$$

c) $p_1 = 3.17\ ^0/_{00}$ $p_2 = 3.08\ ^0/_{00}$ $a = 0.35\ ^0/_{00}$

$$x = 2.303 \times 80.75 \times \log. \frac{3.17 - 0.35}{3.08 - 0.35}$$
$$= 5.57 \text{ cbm.}$$

d) $p_1 = 3.080\ ^0/_{00}$ $p_2 = 2.806\ ^0/_{00}$ $a = 0.350\ ^0/_{00}$

$$x = 2.303 \times 80.75 \times \log. \frac{3.08 - 0.35}{2.806 - 0.350}$$
$$= 5.60 \text{ cbm.}$$

Die Menge der eingeströmten Luft betrug daher

in den ersten	15 Minuten .	5.64 cbm
„ „ zweiten	15 „ .	5.60 „
„ „ dritten	15 „ .	5.57 „
„ „ vierten	15 „ .	5.60 „

Die Ventilation ist daher eine fast ganz gleichmässige und beträgt in einer Stunde 22.41 cbm.

Um zu erfahren, nach welcher Zeit vollständige Erneuerung der Luft im Zimmer eintritt, hat man anzusetzen:

in 1 Stunde strömen ein 22.41 cbm Luft, also in
x Stunden . . . . 80.75 cbm,
woraus x = 3.63 Stunden,

d. h. bei der vorhandenen natürlichen Ventilation tritt in 3 Stunden 40 Minuten eine völlige Lufterneuerung ein.

2. Künstliche Ventilation.

Die Grösse der künstlichen Ventilation kann an den zur Ventilation dienenden Öffnungen gemessen werden, indem man Künstliche Ventilation

1. die Querschnitte der luftzu- oder luftabführenden Öffnungen ausmisst,
2. die Geschwindigkeit des ventilirenden Luftstroms mittelst Anemometer oder Manometer bestimmt.

   Hiebei sind die Messungen an verschiedenen Stellen des Querschnittes anzustellen und ist deren Mittelwert in die Berechnung des Ventilationseffektes einzusetzen.

Zum Beispiel: Bestimmung des Ventilationseffektes eines Hygieaventilators mit Pulsionswirkung:

Die luftzuführende Öffnung ist kreisförmig, der Durchmesser des Kreises beträgt 48 cm, der Radius 24 cm, daher der Querschnitt

$$24 \times 24 \times 3.14 = 1808.64 \text{ qcm} = 0.180864 \text{ qm}.$$

Die Geschwindigkeit der einströmenden Luft wird nun in der auf Seite 43 beschriebenen Weise mittelst eines dynamischen Anemometers gemessen und zwar in der Mitte und an vier diametral gegenüberliegenden Punkten der Kreisfläche.

Es ergeben sich folgende Ablesungen: In je einer Minute macht das Flügelrad

in der Mitte des Kreises . . .	386	Umdrehungen
am unteren Rand des Kreises .	700	„
„ oberen „ „ „ . .	200	„
„ rechten „ „ „ . .	480	„
„ linken „ „ „ . .	500	„

Die Geschwindigkeit der einströmenden Luft ist an verschiedenen Stellen der Öffnung eine verschieden grosse. sie verursacht im Mittel 2266 : 5 = 453.2 Umdrehungen des Flügelrades pro Minute, also 7.55 Umdrehungen pro Sekunde.

Diese Zahl für n in die Formel des Instrumentes ($v = 0.144 + 0.07 \times n$) eingesetzt, giebt

$$v = 0.144 + 0.07 \times 7.55$$
$$= 0.6725$$

d. h. die einströmende Luft hat eine Geschwindigkeit von 0.6725 m in der Sekunde.

Die Menge der in einer Sekunde einströmenden Luft in cbm erhält man dann, wenn man den Flächeninhalt des Querschnittes in qm (0.1808 qm) multipliziert mit der Geschwindigkeit der Luft in Metern pro Sekunde, also

$$0.180864 \text{ qm} \times 0.6725 \text{ m}$$
$$= 0.121641 \text{ cbm.}$$

Der Ventilator liefert also in einer Sekunde

0.121641 cbm

oder in einer Stunde 437.907 cbm Luft.

Beleuchtung.

Photometrie.

Photometrie

Zur Messung der Lichtstärke einer Lichtquelle vergleicht man das zu untersuchende Licht mit einer sogen. Normalflamme und berechnet die Lichtstärke nach dem Satze:

Die Lichtstärke nimmt im Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von der Lichtquelle ab.

Es wird somit die Lichtstärke einer Flamme, die in der Entfernung 2 m noch 16 Einheiten beträgt, in der Entfernung 4 m nur noch 4 Einheiten und in der Entfernung 8 m nur mehr 1 Einheit betragen.

Man braucht:

Normalflamme

1. Eine Normalflamme, welche eine völlig konstante Lichtstärke besitzen muss. Bisher sind verschiedene Normalflammen vorgeschlagen worden, es ist jedoch noch keine allgemein in Gebrauch gekommen.

Die Deutsche Normalflamme wird geliefert von einer Paraffinkerze (Schmelzpunkt 55° C) und soll bei 50 mm Flammenhöhe in einer Stunde 7 g Paraffin verbrennen.

Die Englische Normalkerze besteht aus Walrat und soll bei 45 mm Flammenhöhe pro Stunde 7.78 g Walrat verbrauchen.

Die Münchener Normalkerze ist eine Stearinkerze, sie soll bei 50 mm Flammenhöhe 10.2—12 g Stearin pro Stunde verbrauchen.

Die Hefner-Alteneck sche Normalflamme wird geliefert von einer Amylacetatlampe, die in der Stunde bei 50 mm Flammenhöhe 9.6 g Amylacetat verbrennen soll.

Als überall und leicht anwendbar empfiehlt sich eine Stearinkerze von genanntem Konsum und 50 mm Flammenhöhe.

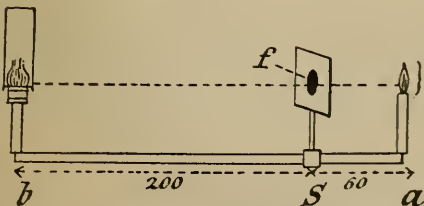
2. Einen Apparat zur Vergleichung der Lichtstärken, einen sogen. Photometer, welche in verschiedener Konstruktion angegeben sind. Photometer

Meist wird für künstliche Beleuchtung das Photometer von Bunsen, und für diffuses Tageslicht das Photometer von Weber gebraucht.

Photometer von Bunsen.

Zwischen den beiden Flammen, deren Lichtstärke verglichen werden soll, wird ein verschiebbarer Lichtschirm S aufgestellt, der aus Papier besteht, das in der Mitte einen Fettfleck oder Fettstreifen f besitzt.

Fig. 66.



Wird dieser Papierschirm nur von einer Seite belichtet, so reflektiert das Papier das

Licht, der fettige Teil jedoch lässt mehr davon durch, es wird dadurch der fettige Teil deutlich sichtbar. Von der belichteten Seite gesehen, erscheint der Fettfleck dunkler, von der entgegengesetzten Seite heller als das Papier.

Erfolgt aber die Belichtung von beiden Seiten in gleicher Stärke, so heben sich die durch den Fettfleck gehenden Strahlen gegenseitig auf, der Fettfleck verschwindet und der ganze Schirm erscheint gleichmässig.

So lange die Belichtung von einer Seite schwächer als von der anderen ist, wird der Fettfleck heller oder dunkler sichtbar sein und erst verschwinden, wenn man den Schirm mit dem Fettfleck an die Stelle gerückt hat, wo gleiche Lichtstärke von beiden Seiten her darauf fällt.

Zur genaueren Einstellung dieses Punktes sind häufig hinter dem Schirm in einem stumpfen Winkel zwei Spiegel befestigt, wodurch jede Verschiedenheit des Papiers und des Fettflecks deutlich bemerkbar wird.

Man verstellt also den Schirm so lange, bis der Fettfleck verschwunden ist und misst dann die Entfernungen der Lichtquellen vom Schirm.

Man thut gut, die Entfernung beider Lichtquellen von einander nicht geringer als 2 m zu wählen und Reflexe von gegenüber stehenden Wänden möglichst zu vermeiden. Am besten stellt man die Messungen in einem völlig verdunkelten Zimmer an.

Beispiel. Es soll die Lichtstärke einer Gasflamme festgestellt werden gegenüber einer Münchener Normalkerze.

Nach genauer Einstellung betrug die Entfernung der Gasflamme vom Schirm 200 cm, der Normalflamme vom Schirm 60 cm.

Es verhalten sich die Lichtstärken beider Flammen wie die Quadrate der Entfernungen beider Flammen vom Schirm, also

$$\underset{\text{Normalflamme : Gasflamme}}{1 : x} = 60^2 : 200^2, \text{ woraus}$$

$$x = \frac{40000 \times 1}{3600} = 11.1$$

d. h. die Gasflamme leuchtet 11.1 mal stärker als die Normalflamme.

Zerstreutes Tageslicht

Die Bestimmung der Helligkeit eines Zimmers u. s. w., also des zerstreuten Tageslichtes, erfolgt mittelst des Photometers von Weber (mit genauer Beschreibung von Schmidt & Haensch in Berlin zu beziehen) oder mittelst des von H. W. Vogel modifizierten Bunsenschen Photometers. Das Papier mit dem Fettfleck wird nämlich in eine geschwärzte Röhre eingeschlossen und durch ein seitliches Rohr betrachtet. Der Vergleich erfolgt durch Verschiebung einer Petroleumlampe von bekannter Helligkeit, deren gelbes Licht durch einen bläulichen Glascylinder aufgehoben ist.

Kosten der Beleuchtung.

Kosten der Beleuchtung

Um die Kosten einer Beleuchtungsart zu berechnen, bedarf man

1. den Preis des Beleuchtungsmaterials,
2. die Lichtstärke,
3. den Konsum in einer bestimmten Zeit.

Zum Beispiel:

a) 1 Wachskerze von 50 g Gewicht kostet 20 ₰. Dieselbe giebt bei 50 mm Flammenhöhe 1 Lichtstärkeeinheit und verbraucht dabei, was durch Wägen der Kerze vor dem Brennen und nach 1 stündigem Brennen ermittelt wurde, 10 g.

Man hat daher den Ansatz:

1 Lichtstärke erfordert pro 1 Stunde 10 g Wachs, da nun 50 g 20 ₰ kosten, so kosten nach dem Ansatz

$$50 : 10 = 20 : x$$

die verbrannten 10 g Wachs 4 ₰; mithin kostet die einstündige Lichtstärke 4 ₰.

b) 1 Liter Petroleum kostet 24 ₰.

Eine Lampe damit gefüllt wägt . . . . . 820 g
nach einstündigem Brennen . . . . 775 g

somit Petroleumverbrauch in 1 Stunde 45 g

Die Lichtstärke wurde hiebei zu 8 Einheiten gefunden.

Um die Kosten dieser Beleuchtung zu berechnen, hat man auch das spezifische Gewicht des Petroleums zu bestimmen, z. B. zu 0.810 g bei 15° C.

Es wägen also 1000 ccm Petroleum bei 15° C 810 g und kosten 24 ₰.

Der Petroleumverbrauch in 1 Stunde ist bei 8 Einheiten Helligkeit 45 g, also bei 1 Einheit 5.625 g.

Da nun 810 g Petroleum 24 ₰ kosten, so kosten

$$5.625 \text{ g } \frac{5.625 \times 24}{810} = 0.16 \text{ ₰}.$$

Die einstündige Lichtstärke kostet somit 0.16 ₰.

c) Der Konsum einer Leuchtgasflamme, welche eine Helligkeit von 12 Normalflammen entwickelte, wurde durch eine eingeschaltete Gasuhr zu 108.3 Liter pro Stunde ermittelt.

1 Lichteinheit erfordert daher $\frac{108.3}{12} = 9.03$ Liter Gas.

Kostet nun 1 cbm (= 1000 Liter) Gas 25 ₰, so kosten 9.03 Liter $\frac{9.03 \times 25}{1000} = 0.22$ ₰.*)

Es kostet somit die einstündige Lichteinheit bei

Verwendung der Wachskerze . . . . 4.00 ₰,
von Petroleum . . . . 0.16 ₰,
von Leuchtgas . . . . 0.22 ₰.

---

*) Häufig wird der Gaspreis für den englischen Kubikfuss angegeben. Es ist

1 engl. Kubikfuss = 0 0283 cbm
1 cbm = 35.317 engl. Kubikfuss.

Gefahren von Beleuchtungsmaterialien.

Von den Beleuchtungsmaterialien werden Petroleum und Gas am häufigsten angewendet und ist die Überwachung dieser Fabrikate nötig, da durch den Gebrauch derselben häufig Unglücksfälle vorkommen.

1. Petroleum kann gefährlich werden, wenn es bei niederer Temperatur schon entflammbare Dämpfe entwickelt, weil durch die eintretende Erhitzung des Ölbehälters beim Brennen der Lampen diese Temperatur leicht erreicht werden kann, was dann zu Explosionen führt.

Um derartigen Vorkommnissen vorzubeugen, bestimmt § 1 der kaiserl. Verordnung vom 24. Februar 1882:

Das gewerbsmässige Verkaufen und Feilhalten von Petroleum, welches unter einem Barometerstand von 760 mm schon bei einer Erwärmung auf weniger als 21° des hundertteiligen Thermometers entflammbare Dämpfe entweichen lässt, ist nur in solchen Gefässen gestattet, welche an in die Augen fallender Stelle auf rotem Grunde in deutlichen Buchstaben die nicht verwischbare Aufschrift „feuergefährlich“ tragen.

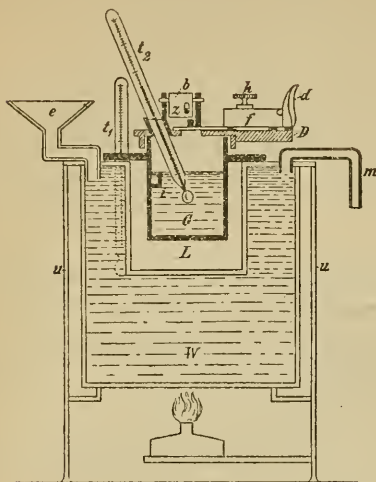
Wird derartiges Petroleum gewerbsmässig in geringeren Mengen verkauft, so muss die Inschrift in gleicher Weise noch die Worte „Nur mit besonderen Vorsichtsmassregeln zu Brennzwecken verwendbar“ enthalten.

Nach § 2 ist zur Untersuchung des Petroleums auf seine Entflammbarkeit der Abelsche Petroleumprober zu verwenden.

Der Abelsche Petroleumprober (Fig. 67) in der Konstruktion, wie er in Deutschland zur amtlichen Petroleumprüfung vorgeschrieben ist, besteht aus einem cylindrischen Wasserbad *W*, das von einem Blechmantel *u* in einer Entfernung von 10 cm umgeben ist und durch ein Weingeistlämpchen geheizt werden kann. Es besitzt eine Öse, in welche das Thermometer t_1 passt, welches von 50—60° C reicht und bei 55° C als Normaltemperatur eine Marke hat, einen Einfülltrichter *e* und ein Überlaufrohr *m*.

Im Wasserbad *W* befindet sich ein cylindrischer Ausschnitt, in den wieder der cylindrische Petroleumbehälter *G* passt und zwar so, dass zwischen den Wandungen von *W* und *G* ein geringer Zwischenraum ist.

Fig. 67.



Im Petroleumbehälter *G* befindet sich eine Marke *i*, bis zu welcher das Petroleum einzufüllen ist, so zwar, dass die Spitze der Marke und die Oberfläche des Petroleums eben zusammenfallen.

Auf den Petroleumbehälter *G* passt ein Deckel *D*, welcher eine Öse für ein in $^1/_2{}^0$ C geteiltes Thermometer t_2 und die Zündvorrichtung trägt. Die letztere besteht aus einer Feder *f*, die mittelst der Schraube *h* aufgezogen wird und durch einen Druck auf den Drücker *d* abläuft, einem horizontalen Schieber, der in Ruhe eine Öffnung im Deckel *D* verschliesst, beim Zurückgehen der aufgezogenen Feder aber diese Öffnung frei macht und dann wieder schliesst, wobei gleichzeitig der Zünder *Z*, ein Petroleumflämmchen, in die Öffnung gesenkt und dann wieder gehoben wird. Das Flämmchen *Z* wird durch etwas Petroleum in dem kleinen Bassin *b* gespeist.

Ausführung eines Versuches:

Man kühlt das Petroleum unter 12⁰ C ab und liest dann den Barometerstand ab; aus der folgenden Tabelle ergibt sich, bei welcher Temperatur man mit dem Proben zu beginnen hat:

Bei einem Barometerstand von	erfolgt der Beginn des Probens
685—695 mm (incl.)	+ 14.0 ° C
695—705 „ „	14.5
705—715 „ „	15.0
715—725 „ „	15.5
725—735 „ „	16.0
735—745 „ „	16.0
745—755 „ „	16.5
755—765 „ „	17.0
765—775 „ „	17.0.

Man füllt das Wasserbad *W* mit Wasser, das man vorher auf eine Temperatur von 58° C gebracht hat, sodass das Wasser eben durch *u* abzulaufen beginnt, und hält es während des ganzen Versuches auf 55° C, was an Thermometer t_1 zu ersehen ist.

Man setzt nun t_2 in die Öse des Deckels *D*, füllt das Petroleum, das man auf die entsprechende Temperatur erwärmt hat, in den Behälter *G* bis an die Marke *i* und setzt den Deckel *D* vorsichtig auf den Behälter *G*, sodass das Petroleum nicht geschüttelt wird.

Dann setzt man den armierten Behälter in das Wasserbad *G* ein, entzündet das Flämmchen *z*, das man so gross hält, als ein auf dem Deckel *D* befindliches Beinknöpfchen angiebt, und spannt die Feder *f*.

Man lässt dieselbe dann durch einen Druck auf *d* ablaufen, wenn die Probetemperatur erreicht ist, was man am Thermometer t_2 ersieht und wiederholt dies, wenn die Temperatur des prüfenden Petroleums je um einen halben Grad steigt.

Ist der freie Raum im Behälter *G* genügend mit Petroleumdämpfen erfüllt, so erfolgt eine Entzündung, die Flamme schlägt in den Raum, wobei das Flämmchen *z* gewöhnlich erlischt. Diesen Punkt notiert man als Entflammungspunkt des Petroleums.

Man wiederholt dann den Versuch mit einer zweiten Probe Petroleum.

Während des Probens schützt man das Flämmchen *i* vor dem Atem durch eine Glastafel, welche am Apparat verschiebbar angebracht ist.

Der Entflammungspunkt ist aber auch abhängig vom Barometerstand und darf nach dem Deutschen Gesetz nicht unter 21° C bei 760 mm liegen.

Man hat daher den beobachteten Entflammungspunkt auf 760 mm zu beziehen oder den massgebenden Entflammungspunkt für den eben herrschenden Luftdruck in Vergleich zu setzen. Hiezu dient folgende Tabelle:

Tabelle XXV.

mm Barometerstand	Massgebender Entflammungspunkt	mm Barometerstand	Massgebender Entflammungspunkt
685 . . .	18.4° C	745 . . .	20.5° C
690 . . .	18.6	750 . . .	20.7
695 . . .	18.7	755 . . .	20.8
700 . . .	18.9	**760** . . .	**21.0**
705 . . .	19.1	765 . . .	21.2
710 . . .	19.3	770 . . .	21.4
715 . . .	19.4	775 . . .	21.5
720 . . .	19.6	780 . . .	21.7
725 . . .	19.8	785 . . .	21.9
730 . . .	20.0		
735 . . .	20.1		
740 . . .	20.3		

Zum Beispiel: es wurde für ein Petroleum bei 712 mm Barometerstand der Entflammungspunkt bei 18.5° C gefunden.

Man sucht nun den massgebenden Entflammungspunkt für 712 mm Barometerstand, indem man den Ent-

flammungspunkt nimmt, welcher dem 712 mm am nächsten liegenden Barometerstand 710 mm entspricht, also 19.3° C, d. h. das bei einem Barometerstand von 760 mm bei 21.0° C flammende Petroleum würde bei dem Barometerstand von 712 mm schon bei 19.3° C flammen.

Das untersuchte Petroleum flammt aber schon bei 18.5° C, zeigt also einen niedrigeren Entflammungspunkt und ist zu beanstanden.

Bei einem zweiten Petroleum wurde der Entflammungspunkt 21° C bei 719 mm Barometerstand gefunden. Der massgebende Entflammungspunkt ist bei 719 mm (720 mm) 19.6° C. Dieses Petroleum besitzt daher einen etwas höheren Entflammungspunkt als gesetzlich festgesetzt ist und ist nicht zu beanstanden.

2. Leuchtgas. Das Leuchtgas ist ein veränderliches Gemenge von Grubengas, Wasserstoff, Äthylen, Kohlenoxyd und Stickstoff und kann infolge nachlässiger Reinigung Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff, Schwefelammon, Ammoniak, Cyanammon u. s. w. enthalten.

Von hygienischem Interesse sind Schwefelverbindungen, besonders Schwefelwasserstoff, weil sie beim Verbrennen des Leuchtgases Schweflige Säure bilden. Zum Nachweis von Schwefelwasserstoff leitet man das Gas durch Kölbchen, welche eine alkalische Lösung von Bleioxyd enthalten, bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff tritt Schwärzung ein.

Reagentien.

Äthylalkohol $C_2H_5.HO$, wird absolut und in verschiedenen Verdünnungen gebraucht.

Ammoniaklösung NH_3, spez. Gewicht 0.96 bei 10% Gehalt.

Ammonchlorid NH_4Cl, Lösung 1 : 10.

Ammonkarbonat $(NH_4)_4 C_3O_8$ 1 Teil gelöst in 4 Teil Wasser und 1 Teil Ammoniaklösung.

Ammonmolybdat $(NH_4)_6 Mo_7O_{24}$, 150 g Ammonmolybdat werden in 1 Liter Wasser gelöst und die Lösung in 1 Liter Salpetersäure vom spez. Gewicht 1.2 gegossen.

Ammonoxalat $(NH_4)_2 C_2O_4$, Lösung 1 : 20.

Amylalkohol $C_5H_{10}.HO$.

Äther $(C_2H_5)_2O$.

Baryumchlorid $BaCl_2$, Lösung 1 : 10.

Bleiacetat $Pb(C_2H_3O_2)_2$, Lösung 1 : 10.

Chloroform $CHCl_3$.

Eisenchlorid Fe_2Cl_6, Lösung 1 : 20.

Essigsäure $C_2H_4O_2$, vom spez. Gewicht 1.06 (50%).

Fehlingsche Lösung siehe Seite 189.

Ferricyankalium $Ka_6Fe_2Cy_{12}$, Lösung 1 : 10.

Ferrocyankalium Ka_4FeCy_6, Lösung 1 : 10.

Haassche Lösung siehe Jod-Jodkaliumlösung.

Jod-Jodkaliumlösung: 5 g Jod werden mit 5 g Jodkalium und 50—100 ccm Wasser verrieben und auf 1 Liter mit Wasser verdünnt.

Jodzinkstärkelösung: 5 g Stärkmehl und 20 g Chlorzink werden mit 100 ccm Wasser unter Ersatz des verdampfenden Wassers bis zur klaren Lösung gekocht, mit 2 g Jodzink versetzt, auf 1 Liter verdünnt und klar absitzen gelassen. Die Lösung ist in gut schliessenden Flaschen im Dunkeln aufzubewahren.

Kaliumhydroxyd $KaOH$, Lösung 1 : 10.

Magnesiamischung: 1 Teil Magnesiumsulfat und 1 Teil Ammonchlorid in 8 Teilen Wasser gelöst, mit 4 Teilen Ammoniaklösung versetzt und nach mehrtägigem Stehen filtriert.

Natronlauge $NaOH$, Lösung 1 : 10.

Natriumkarbonat Na_2CO_3, Lösung 1 : 5 (entwässertes Salz).
1 : 2.7 (kryst. Salz).

Natriumphosphat Na_2HPO_4, Lösung 1 : 10.

Nesslers Reagens: 35 g Jodkalium und 13 g Quecksilberchlorid werden mit 800 ccm Wasser zum Kochen erhitzt, dann tropfenweise mit einer kalt gesättigten Quecksilberchloridlösung versetzt, bis eben ein bleibender Niederschlag entsteht. Man fügt dann 160 g Kaliumhydrat zu, verdünnt mit Wasser auf 1 Liter, setzt noch etwas Quecksilberchlorid zu und lässt absitzen.

Platinchlorid $PtCl_4$, Lösung 1 : 10.

Palladiumchlorür (Seite 82).

Salpetersäure HNO_3, konzentriert und Verdünnung 1 : 3.

Salzsäure HCL, konzentriert und Verdünnung 1 : 3.

Schwefelammon $(NH_4)_2S$, mit Schwefel digeriert (gelb).

Schwefelsäure H_2SO_4, konzentriert und Verdünnung 1 : 10.

Silbernitrat $AgNO_3$, Lösung 1 : 20.

Indikatoren.

Jodkaliumstärkepapier siehe Seite 67.

Kochenilletinktur: 3 g gestossene Kochenille mit 200 ccm Wasser und 50 ccm Alkohol digeriert und filtriert.

Lakmuspapier ist völlig neutral, wie auch in rot und blau nötig und am besten fertig zu beziehen.

Phenolphtaleïn, Lösung 1 : 30 Alkohol.

Rosolsäure siehe Seite 72.

Es ist eine wichtige Bedingung, dass alle Chemikalien rein seien und dass die Lösungen vor Verunreinigungen geschützt aufbewahrt werden. Am besten eignen sich Flaschen aus braunem Glase mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln. Gegen das Festwachsen der Stöpsel in den Flaschenhälsen schützt man sich dadurch, dass man die Stöpsel mit sehr wenig reinstem Vaselin eben einfettet.

Faktorentabelle.

Gesucht	Gefunden	Faktor
Blei (Pb)	Bleisulfat ($PbSO_4$)	0.683
Bleioxyd (PbO)	„ „	0.736
Kaliumoxyd (Ka_2O)	Kaliumplatinchlorid (Ka_2PtCl_6)	0.193
Kaliumchlorid (KaCl)	„	0.305
Magnesiumoxyd (MgO)	Magnesiumpyrophosphat ($Mg_2P_2O_7$)	0.360
Natriumoxyd (Na_2O)	Natriumchlorid (NaCl)	0.530
Stickstoffsubstanzen (Proteïn-, Eiweisstoffe)	Stickstoff	6.25
Schwefelsäure (SO_3)	Baryumsulfat ($BaSO_4$)	0.343
Schweflige Säure (SO_2)	„ „	0.275
Zink (Zn)	Zinkoxyd (ZnO)	0.803
Zinn (Sn)	Zinnoxyd (SnO)	0.787

Grosse Erleichterung bei der Berechnung der Analysen gewähren die „Rechentafeln zur chemischen Analyse“ von Kohlmann und Frerichs. Leipzig 1882.

Sachregister.

Tabellen.

Druckfehlerverzeichnis.

Seite 9	letzte Zeile der Tabelle	lies:	29.8 statt 29.4.
„ 10	Zeile 8 von unten	„	+ 0.3 statt 0.2.
„ 46	„ 6 „ „	„	$n \times q$ statt $n \times 9$.
„ 49	„ 7 „ „	„	Die Geschwindigkeit v an der Stelle an welcher das Plättchen steht.

E. Mühlthaler's kgl. Hof-Buchdruckerei, München.

Verlag der M. RIEGER'schen Univ.-Buchhandlung (Gustav Himmer) in München.

Ueber die Bedeutung präcipitirter Geburten

fi … 's.

U … n.

und d … lügel.

Urs … er.

3. Auflage. Preis ℳ 1.—.

Schematismus

der

Civil- und Militärärzte, der medicin. Behörden und Unterrichts-Anstalten im Königreich Bayern.

Herausgegeben nach amtlichen Quellen von **Dr. Felix Beetz**, praktischer und Bahnarzt. XII. Jahrgang. 1889. Preis ℳ 1.—

